



UNIVERSITAT
JAUME•I

UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA**

***PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE
INDUSTRIAL PARA UNA ACTIVIDAD DE TALLER
Y ALMACÉN DE MÁQUINAS ELEVADORAS***

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR/A

Néstor González Galindo

DIRECTOR/A

Francisco Javier Bonastre Ripoll

Castellón, Octubre de 2021

ÍNDICE DEL PROYECTO

DOCUMENTO 1: MEMORIA.....	4
DOCUMENTO 2: ANEXOS.....	26
DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES.....	633
DOCUMENTO 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS.....	743
DOCUMENTO 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	754
DOCUMENTO 6: PLANOS.....	903

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Antecedentes	7
2. Objetivos	7
3. Alcance	7
4. Normas y referencias aplicables	8
4.1. Disposiciones legales y normas	8
4.1.1. Disposiciones legales y normas aplicadas a la Obra Civil	8
4.1.2. Disposiciones legales y normas aplicadas a la Instalación de Protección Contra Incendios	8
4.2. Herramientas y programas de cálculo	9
4.3. Bibliografía	10
5. Requisitos de diseño	11
5.1. Descripción de la actividad.....	11
5.2. Emplazamiento.....	13
6. Definiciones y abreviaturas	14
6.1. Definiciones y abreviaturas sobre la Obra Civil.....	14
6.2. Definiciones y abreviaturas sobre la Instalación de Protección Contra Incendios	15
7. Descripción de la obra civil	15
7.1. Descripción de la nave industrial	16
7.2. Ejecución de la obra	17
7.2.1. Acondicionamiento del terreno	18
7.2.2. Cimentaciones.....	18
7.2.3. Solera	19
7.2.4. Placas de anclaje	19
7.2.5. Estructura	19
7.2.6. Cubiertas	20
7.2.7. Fachadas y cerramientos.....	20
8. Descripción de la instalación contra incendios	21
8.1. Características y tipo de establecimiento	21
8.2. Sectores y áreas de incendio.....	21
8.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	22
8.4. Salidas de evacuación.....	23
8.5. Instalaciones de protección contra incendios.....	23

9. Presupuesto del proyecto.....24

1. Antecedentes

Una vez acabadas las prácticas externas y hablar con el tutor asignado se decide realizar un proyecto ficticio sobre la construcción de una nave industrial.

Para ello se supone que la empresa promotora dedicada al alquiler, venta y reparación de maquinaria y equipos de elevación quiere expandirse y necesitan la construcción de una nueva nave en Castellón, concretamente en el polígono industrial Ciudad del Transporte en Castellón de la plana.

La nueva construcción debe tener una zona utilizada como garaje y almacenaje de estos equipos, una zona de taller y otra de oficinas.

2. Objetivos

El objetivo de este proyecto es la realización del diseño y cálculo de la estructura de una nave industrial destinada al estacionamiento y reparación de vehículos y máquinas de elevación. Se pretende definir, calcular y dimensionar de forma correcta la edificación, optimizando, siempre que sea posible, las dimensiones y el material escogido.

También se realiza el proyecto de la instalación de protección contra incendios, determinando y conociendo el tipo de riesgo de incendio de esta obra civil y equipándola con las instalaciones contra incendios necesarias.

Por último, se realiza una medición, presupuesto y el estudio básico de seguridad y salud.

Todo esto con el objetivo de poner en práctica lo aprendido durante el Grado en Ingeniería Mecánica cursado en la UJI y adquirir nuevos conocimientos con las dificultades que aparecen durante la realización del proyecto.

3. Alcance

Este proyecto recoge varias disciplinas de carácter ingenieril. Una es el diseño de la obra civil donde se va a llevar a cabo la actividad de la empresa, se trata de nave industrial y dentro de ella la construcción de tres plantas compuestas por oficinas, comedor y vestuario. La otra es el diseño de la instalación de protección contra incendios obligatoria para este establecimiento.

Los anexos recogen todos los detalles, la información y cálculos justificativos de estos diseños. Este trabajo también cuenta con documentos como el pliego de condiciones y los planos de cada diseño, ya que son de carácter de obligación legal del proyecto.

El proyecto cuenta con un documento donde se recogen las mediciones y el presupuesto de la obra civil y de la instalación de protección contra incendios para conocer el coste total.

Por último, se dispone de un documento con entidad propia, el estudio básico de seguridad y salud, en este se definen las características, recursos, planificación, normas y medios para la correcta ejecución de la obra, con el fin de evitar y de no causar cualquier riesgo y peligro posible.

4. Normas y referencias aplicables

4.1. Disposiciones legales y normas

4.1.1. Disposiciones legales y normas aplicadas a la Obra Civil

El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE). Los documentos que contiene consultados para este proyecto:

- DB-SE Seguridad estructural
- DB-SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimientos
- DB-SE-A Acero
- DB-SI Seguridad en caso de incendio

El articulado de este Documento Básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006).

Otro documento consultado es el EHE-08: Instrucción de Hormigón estructural.

4.1.2. Disposiciones legales y normas aplicadas a la Instalación de Protección Contra Incendios

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios de 105 edificios".
- Rel Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- UNE 23035-4: Seguridad contra incendios, Señalización fotoluminiscente.
- DB-SI Seguridad en caso de incendio.

4.2. Herramientas y programas de cálculo

Para la elaboración de este proyecto se han utilizado diferentes programas:

- Generador de pórticos de CYPE: permite crear de forma rápida y sencilla la geometría y las cargas de peso propio, sobrecarga de uso, viento y nieve de un pórtico formado por nudos rígidos, celosías o cerchas. Proporciona el dimensionamiento de correas de cubiertas y laterales de fachadas, optimizando el perfil y la separación entre correas.
- CYPE 3D: realiza el cálculo de estructuras en tres dimensiones de barras de hormigón, de acero, mixtas de hormigón y acero, de aluminio, de madera, o de cualquier material, incluido el dimensionamiento de uniones (soldadas y atornilladas de perfiles de acero laminado y armado en doble T y perfiles tubulares) y el de su cimentación con placas de anclaje, zapatas y encepados.
- Arquímedes de CYPE: sirve para realizar mediciones, presupuestos, certificaciones, pliegos de condiciones; y manual de uso y mantenimiento del edificio.
- Generador de precios de CYPE: permite la obtención de costes de construcción ajustados al mercado. Además, facilita la elaboración de una documentación de calidad, útil para las distintas fases del ciclo de vida del edificio. Incluye productos de fabricantes y productos genéricos.
- AIDEPLA: permite predimensionar un forjado de edificio conformado mediante placas alveolares, obteniendo un informe de resultados de los valores mecánicos que podrá adjuntarse al proyecto, todo ello conforme a los requisitos establecidos en la reglamentación vigente.
- AutoCAD: software de diseño asistido por ordenador (CAD) en el que arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción pueden crear dibujos precisos en 2D y 3D.
- Microsoft 360: conjunto de programas de la compañía Microsoft, en este proyecto se utiliza Microsoft Word para realizar el texto de los documentos.
- Konstruir: realiza el cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s , de un establecimiento o sector de incendios, para actividades de almacenamiento o producción, transformación, reparación.

4.3. Bibliografía

- Arnedo Pena, A. A. P. (2016, 5 julio). *Naves industriales con acero*. Sener.
<https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2012/6481/naves%20acero-%20Montevideo.pdf>
- Esplugas Vidal, J. P. E. V. (2015, diciembre). *Artículos técnicos, Extintores de incendio*. Asepeyo.
https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/L3E08002V3-Art%C3%ADculo-Extintores-de-incendio_Asepeyo.pdf
- *Sede Electrónica del Catastro*.
<https://www.sedecatastro.gob.es/>
- *Boletín Oficial del Estado*. Agencia Estatal.
<https://www.boe.es/buscar/>
- *Código Técnico de la Edificación*.
<https://www.codigotecnico.org/>
- *Konstruir*.
<http://konstruir.com/index.php>
- *EHE-08 Instrucción de Hormigón estructural*.
<http://www.ponderosa.es/docs/Norma-EHE-08.pdf>
- *EM1031 - Proyectos de Ingeniería*. UJI, Aula virtual.
- *EM1025 – Ingeniería Gráfica*. UJI, Aula virtual.
- *EM1027 – Estructuras y Construcciones Industriales*. UJI, Aula virtual.
- *EM1043 – Mantenimiento de estructuras y construcciones*. UJI, Aula virtual.

5. Requisitos de diseño

5.1. Descripción de la actividad

La empresa promotora de este proyecto es una empresa dedicada a la compra, venta y reparación de vehículos y máquinas elevadoras. Con el fin de entender mejor la actividad que se desarrolla en la nave industrial se hace una breve descripción de algunos de los artículos con los que trabajan:

- Plataformas elevadoras articuladas: son una clase de plataformas elevadoras caracterizadas por su brazo articulado, unido a una base o chasis en un extremo y a una cesta de elevación de personas en otro.



Imagen 1. Plataforma elevadora articulada.

- Plataformas elevadoras de tijera: son plataformas que basan su funcionamiento en un mecanismo de elevación de tipo tijera, denominado así por la forma que presenta la estructura, que se abre y cierra por secciones que recuerdan a unas tijeras.



Imagen 2. Plataforma elevadora de tijera.

- Plataformas elevadoras telescópicas: son un tipo de plataformas de trabajo aéreo caracterizadas por el uso de brazos telescópicos. Éstos se alargan o acortan como los segmentos de un telescopio para alcanzar la distancia de trabajo requerida.



Imagen 3. Plataforma elevadora telescópica.

- Carretilla elevadora: es un vehículo contrapesado en su parte trasera que mediante dos horquillas se utiliza para subir, bajar y transportar palés, contenedores y otras cargas.



Imagen 4. Carretilla elevadora.

- Camión cesta elevadora: se define como un vehículo pesado que incorpora una cesta para realizar trabajos en altura.



Imagen 5. Camión cesta elevadora.

- Plataforma elevadora unipersonal: es una máquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo, con una única y definida posición de entrada y salida de la plataforma.



Imagen 6. Plataforma elevadora unipersonal.

- Elevador manual de carga: es una herramienta para la elevación de cargas y transporte, sirve para realizar cualquier tarea de manipulación de materiales.



Imagen 7. Elevador manual de carga.

- **Transpaleta:** es una herramienta utilizada para realizar diversas tareas relacionadas con el movimiento de la mercancía almacenada como carga, descarga, traslado de unas zonas a otras del almacén.



Imagen 8. Transpaleta.

La construcción y selección de emplazamiento de esta nave se selecciona según la actividad que se va a desarrollar. La distribución de las principales actividades es:

- Almacén de máquinas elevadoras: este establecimiento necesita una superficie grande y libre de obstáculos para el estacionamiento de vehículos de elevación y almacenamiento de máquinas elevadoras, tanto en el interior de la nave como en el exterior.
- Taller de reparación: en el interior de la nave se debe establecer una superficie considerable para desarrollar la actividad de taller.
- Oficinas administrativas: se dispone de un edificio de oficinas integrado a la nave industrial donde se desarrollan las tareas administrativas de la empresa.

La distribución de la nave industrial se puede observar en el Documento 6: Planos. 03, Emplazamiento del proyecto en la parcela seleccionada.

5.2. Emplazamiento

Para la realización del proyecto se ha elegido de emplazamiento dos parcelas situadas en el polígono Ciudad del Transporte situado en el sud-oeste de Castellón de la plana.

Estas parcelas se encuentran entre la Calle Polonia, la Calle 8 y la Calle Dinamarca. Con referencia catastral: 9395302YK4299N0001RE y 9395303YK4299N0001DE.

Según la información recogida de la sede electrónica de catastro la parcela 02 tiene una superficie gráfica de 3203 m² y la parcela 03 de 3598 m².

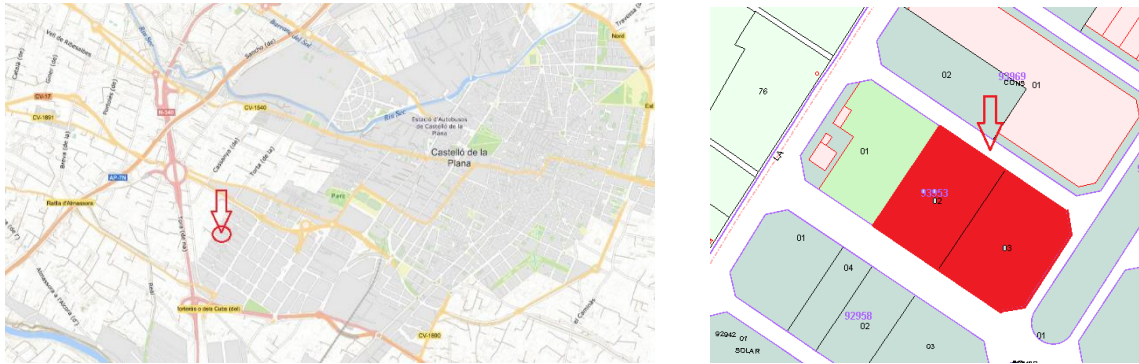


Imagen 9 y 10. Situación y emplazamiento de las parcelas

6. Definiciones y abreviaturas

6.1. Definiciones y abreviaturas sobre la Obra Civil

- Estado de Límite Último (ELU): es el estado que, de ser superado, constituye un riesgo para las personas, ya sea porque produce una puesta fuera de servicio de la estructura o el colapso total o parcial de la mismo.
- Estado de Límite de Servicio (ELS): es el estado que, de ser superado, afecta al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción.

- q_e : carga del viento.
- q_b : presión dinámica del viento.
- c_e : coeficiente de exposición.
- c_p : coeficiente eólico o de presión.
- c_{pi} : coeficiente eólico de presión interior.
- μ : coeficiente de forma de la cubierta.
- s_k : valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.
- h_{\min} : canto mínimo.
- δ_1 : factor carga total.
- δ_2 : factor de la luz.
- L: luz.
- C: coeficiente tabla 50.2.2.1.b del EHE-08.
- E: módulo de elasticidad.
- I_b : inercia bruta.
- f: flecha.
- β : coeficiente de pandeo.
- \varnothing : diámetro pernos.
- L_k : longitud de pandeo.

- λ : Límite de esbeltez
- λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- N_t : Resistencia fuerza axil a tracción
- N_c : Resistencia fuerza axil a compresión
- M_y : Resistencia a momento flector en el eje Y
- M_z : Resistencia a momento flector en el eje Z
- V_y : Resistencia a fuerza cortante en el eje Y
- V_z : Resistencia a fuerza cortante en el eje Z
- M_t : Resistencia a torsión
- x : Distancia hasta el origen de la barra

6.2. Definiciones y abreviaturas sobre la Instalación de Protección Contra Incendios

- Densidad de carga de fuego: promedio de carga de fuego por unidad de superficie.
- μ : micras.
- Q_s : densidad de carga de fuego.
- RD 2267/2004: Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre.

7. Descripción de la obra civil

El objetivo de este estudio es el diseño y cálculo de la nave industrial, en este capítulo se presentan todas las características y necesidades de esta según la actividad que se pretende llevar a cabo en su interior. Se procede a describir el tamaño y forma previsto de la nave y los materiales con los que va a estar construida, uno de los requisitos importantes es la altura y obtener un espacio libre de obstáculos con el fin de evitar el impacto de los vehículos y máquinas que van a circular por su interior.

El diseño y cálculo de la edificación se realiza mediante el software CYPE, se utilizan los programas Generador de pórticos y CYPE 3D. Todos los detalles referentes al diseño y cálculo de la nave industrial se pueden consultar en el Documento 2: Anexos. Anexo 1, 2 y 3.

La construcción se realiza en una parcela ubicada en el polígono industrial Ciudad del Transporte de Castellón de la plana, esta consta de un total de 6801 m² de superficie de los cuales la nave ocupa 3000 m², el terreno sobrante también se destina a la actividad de la empresa, pero al aire libre. La distribución de la obra civil en la parcela se puede consultar en el Documento 6: Planos. 04, Emplazamiento del proyecto en la parcela seleccionada.

7.1. Descripción de la nave industrial

La nave industrial ocupa un total de 3000 m² de la parcela sobre rasante, está compuesta por 9 pórticos separados 7,5 metros entre ellos con un total de 60 metros de profundidad y 50 metros de luz, la altura de los pilares laterales es de 12,5 metros y la de cumbrera de 15 metros, así consiguiendo una pendiente del 10%.

Los pórticos de fachada están diseñados con una jácena y dispone de 5 pilares hastiales equidistantes separados 8,333 metros, se unen entre ellos con una viga intermedia situada a 8,5 metros desde el nivel del suelo. Los pórticos interiores están definidos con una jácena en celosía de perfil cuadrado hueco. Se pueden observar en la imagen 11, 12 y 13.

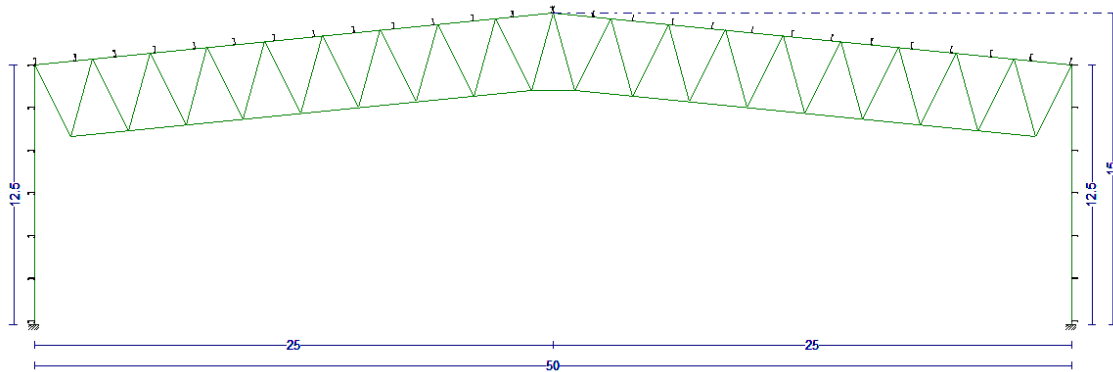


Imagen 11. Cotas del pórtico interior de la nave industrial.

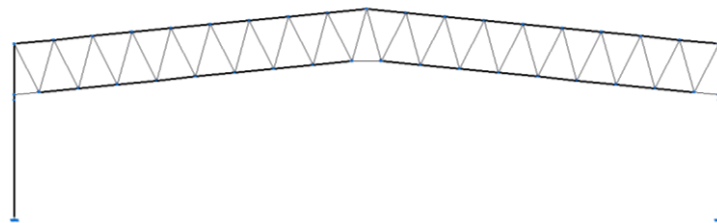


Imagen 12. Geometría de pórtico interior de la nave industrial.

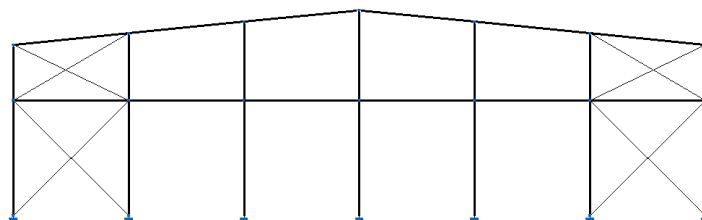


Imagen 13. Geometría del pórtico de fachada de la nave industrial.

Sobre estos pórticos se disponen las correas formadas con perfiles de acero conformado rigidizado sección en C, las correas de cubierta se colocan a una distancia de 1,9 metros entre ellas y las laterales a 2 metros. En la imagen 3 se observa cómo van distribuidas.

Desde el primer pórtico hasta el último se añaden vigas perimetrales situadas en el extremo superior de los pilares laterales y una viga intermedia a una altura de 8,5 metros desde el suelo.

Para estabilizar la estructura frente a las acciones del viento se diseñan Vigas Contra Viento tipo Pratt con montantes articulados y tensores que realizan la función de las diagonales, estas se sitúan entre los dos pórticos de fachada y el consecutivo y entre el quinto y el sexto. Otro sistema contra las acciones del viento es el arriostamiento mediante la Cruz de San Andrés, formados por tensores situados entre los pilares de los mismos pórticos de la VCV.

Una vez definida la estructura de la nave se diseña la del edificio de oficinas interno, este está situado entre el pórtico de fachada 1 y el tercer pórtico, aprovechando los pilares de estos para formar parte de la estructura del edificio.

Las oficinas constan de dos plantas situadas a 3 y 6 metros desde el nivel del suelo cada una, para ello se introducen vigas unidas a los pilares laterales y al primer pilar hastial, también se sitúan dos pilares en el interior para completar la estructura.

En la imagen 14 se observa la estructura 3D obtenida.

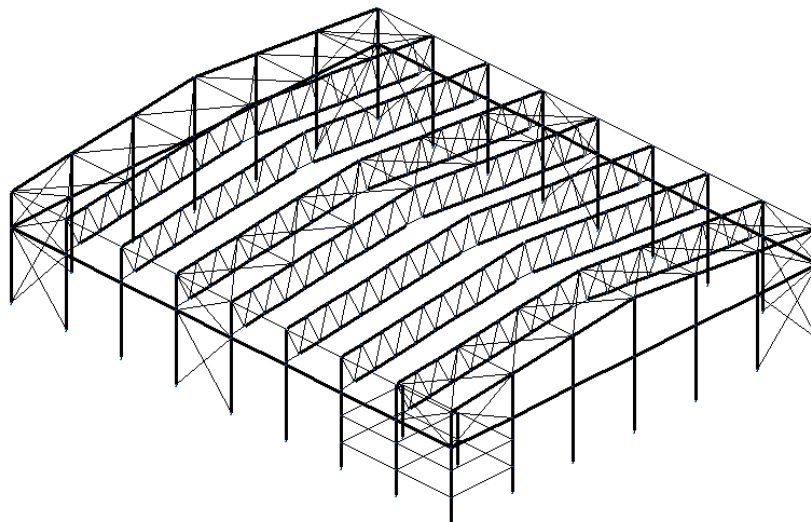


Imagen 14. Geometría 3D de la estructura.

7.2. Ejecución de la obra

En este capítulo se describe el proceso de ejecución en obra, se pueden consultar más detalles de este en el [Documento 4: Mediciones y presupuestos](#).

7.2.1. Acondicionamiento del terreno

El primer paso en la construcción será el movimiento de tierras, se procede al desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos y posteriormente a su compactación y nivelación.

En segundo lugar, se procede al replanteo de las bases de los elementos de cimentación para realizar las tareas de excavación para las zapatas y las vigas de atado.

Por último, se realiza una comprobación por la dirección técnica, para comprobar que no existe ninguna equivocación y que la profundidad y firme son correctos.

7.2.2. Cimentaciones

Una vez está listo el terreno se procede a realizar la cimentación de la edificación.

En este proyecto se diseñan zapatas sobre una capa de hormigón de limpieza nivelado de 10 cm de espesor, tipo de hormigón HL-150/B/20.

El siguiente proceso es el de la colocación de la ferralla que compone las zapatas y vigas de atado, atada correctamente y comprobando que mantengan buena rigidez, estas se elaboran en taller y son de acero B 500 S. Una vez colocadas y comprobadas por el jefe de obra se procede al vertido desde camión del hormigón de cimentación HA-25/B/20/IIa.

Se definen las características de los elementos de cimentación en la tabla 1, en el Documento 2: Anexos. Anexo 2 y el Documento 6: Planos. Planos 14, 15 y 16.

Dimensiones de zapatas	Canto	Armado inf. X	Armado inf. X	Armado sup. X	Armado sup. Y
395x395	90	16Ø16c/24	16Ø16c/24	16Ø16c/24	16Ø16c/24
255x465	200	17Ø25c/27	9Ø25c/27	17Ø25c/27	9Ø25c/27
235x465	200	17Ø25c/27	8Ø25c/27	17Ø25c/27	8Ø25c/27
280x540	245	24Ø25c/22	12Ø25c/22	24Ø25c/22	12Ø25c/22
175x175	65	9Ø12c/19	9Ø12c/19	9Ø12c/19	9Ø12c/19
420x420	90	17Ø16c/24	17Ø16c/24	17Ø16c/24	17Ø16c/24
225x225	75	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29
240x240	70	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17
200x200	65	10Ø12c/19	10Ø12c/19	10Ø12c/19	10Ø12c/19
Dimensiones de vigas de atado (cm)	Armado sup.	Armado inf.	Estribos		
40x40	2Ø12	2Ø12	1xØ8c/30		

Tabla 1. Resumen de los elementos de cimentación.

7.2.3. Solera

El siguiente paso es la formación de la solera, esta está formada por una armadura de malla electrosoldada de acero B 500 T y vertido de hormigón HA-25/B/20/IIa, con un espesor de 10 cm. Se realiza con juntas de retracción de 5 mm de espesor.

7.2.4. Placas de anclaje

La estructura está unida a la cimentación mediante placas de anclaje, son de acero S275 JR y cuentan con rigidizadores que aumentan su rigidez y pernos atornillados tipo patilla a 90° de acero corrugado B 500 S, que son embutidos en el hormigón fresco de las zapatas.

En la tabla 2 se muestra un resumen del tipo de placas de anclaje definidas y se detallan todas sus características en el Documento 2: Anexos. Anexo 2 y el Documento 6: Planos. Plano 13.

Tipo de anclaje	Pernos	Dimensiones placa base (mm)
Tipo 1	8 pernos Ø 32	650x700x30
Tipo 2	8 pernos Ø 25	500x550x25
Tipo 3	8 pernos Ø 20	500x500x25
Tipo 4	8 pernos Ø 25	500x600x22
Tipo 5	8 pernos Ø 16	350x350x15
Tipo 6	8 pernos Ø 32	650x700x35
Tipo 7	8 pernos Ø 20	500x500x30

Tabla 2. Resumen de las placas de anclaje

7.2.5. Estructura

La estructura metálica definida en el capítulo anterior está compuesta por acero S275, para cada elemento se selecciona un tipo de perfil con el objetivo de ser el óptimo para la resistencia que debe soportar. Los seleccionados se muestran en la tabla 3 y se detallan en el Documento 2: Anexos. Anexo 2 y el Documento 6: Planos. Planos del 06 al 11.

Tipo de barra	Perfil seleccionado
Pilares laterales	Acero laminado HE 320 B
Pilares esquineros	Acero laminado HE 220 B
Pilares de las oficinas Tipo 1	Acero laminado HE 320 B
Pilares de las oficinas Tipo 2	Acero laminado HE 400 B
Pilares de las oficinas Tipo 3	Acero laminado HE 280 B
Pilares hastiales	Acero laminado HE 320 B
Jácena de fachada	Acero laminado IPE 200
Cordón superior de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #170x6
Cordón inferior de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #160x6

Diagonales de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #120x4
Vigas de las oficinas Tipo 1	Acero laminado HE 280 B
Vigas de las oficinas Tipo 2	Acero laminado HE 180 B
Vigas de las oficinas Tipo 3	Acero laminado HE 360 B
Viga perimetral	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #55x4
Viga intermedia	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #140x5
Montante VCV	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #140x5
Diagonales VCV	Acero laminado redondo macizo R 35
Cruz de San Andrés	Acero laminado redondo macizo R 40

Tabla 3. Resultado de los perfiles seleccionados para la estructura

También se emplean en la construcción elementos de hormigón prefabricado como las losas alveolares apoyadas que componen el suelo del edificio de oficinas, estas tienen una dimensión de 20 + 5 cm de canto, 120 cm de anchura y 7,5 metros de longitud. Están fabricadas con hormigón HA-25/B/20/IIa y acero B 500 S. Se detallan todas sus características en el Documento 2: Anexos. Anexo 3.

7.2.6. Cubiertas

Una vez construida la estructura metálica de la nave se atornillan las correas sobre las jácenas y los pilares laterales de los pórticos, estas están formadas por perfiles de acero conformados CF-300x4.0.

Sobre estas se dispone una cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 80 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m.

7.2.7. Fachadas y cerramientos

Sobre las correas laterales se colocan paneles sándwich aislantes, de 80 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 145 kg/m³ de densidad media.

Para separar la zona de taller y la de estacionamiento o almacén de máquinas se instala una partición interior formada por paneles machihembrados de sectorización de acero con aislamiento incorporado, de 80 mm de espesor y 1150 mm de anchura, Euroclase A2-s1, formados por dos paramentos de chapa de acero estándar acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 55 kg/m³.

8. Descripción de la instalación contra incendios

El proyecto de instalación contra incendios tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que debe cumplir el establecimiento empleado como almacén y taller de máquinas elevadoras para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

La norma básica por la que se regulan los medios de seguridad contra incendios en establecimientos industriales es el Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre.

La zona destinada a oficinas se regula mediante el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación.

8.1. Características y tipo de establecimiento

El establecimiento se trata de una nave industrial dedicada al estacionamiento y reparación de vehículos y máquinas de elevación, también consta de una zona de oficinas. Está situado en dos parcelas del polígono industrial Ciudad del Transporte en Castellón de la plana.

El anexo I del RD 2267/2004, del 3 de diciembre, define que si ocupa un edificio que está a una distancia mayor de 3 metros de los edificios más próximos de otros establecimientos y no contiene productos combustibles ni elementos que pueden propagar el incendio, se trata de un establecimiento de tipo C.

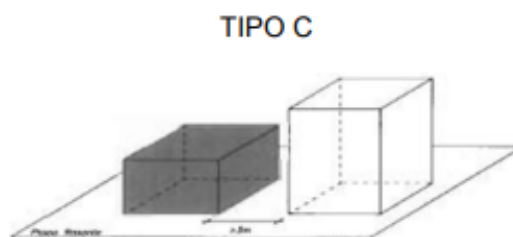


Imagen 15. Representación de un establecimiento de tipo C.

8.2. Sectores y áreas de incendio

Para conocer el grado de riesgo intrínseco de los establecimientos industriales primero hay que determinar los sectores o áreas de incendio que lo componen. Para el tipo C se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

En este establecimiento la superficie total construida es de 3250 m² y se separa en 3 sectores de incendio:

- El taller de reparación ocupa 1250 m².
- El almacén de vehículos y máquinas tiene una superficie de 1625 m².
- Las oficinas técnicas junto con la zona de vestuarios y comedor ocupan una superficie de 375 m² divididos en 3 plantas. Debido a que se trata de una zona administrativa y su superficie es superior a 250 m² se rige por el CTE DB SI.

Se puede consultar la localización de cada sector en el Documento 6: Planos. 04, Sectores de incendio del emplazamiento.

8.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Para el cálculo del nivel de riesgo intrínseco del establecimiento hay que determinar la densidad de carga de fuego. Esta se calcula mediante la ecuación definida por el RD 2267/2004:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Para cada tipo de actividad se simplifica en dos fórmulas, una para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento y otra para actividades de almacenamiento, respectivamente:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Una vez realizados los cálculos de cada actividad se sabe que el riesgo intrínseco del establecimiento conjunto es de Q_s = 728 MJ/m².

Con el resultado de la densidad de carga de fuego Q_s se determina mediante la tabla 4 el nivel de riesgo intrínseco que en este caso es Bajo factor 2.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	Q _s ≤ 100	Q _s ≤ 425
	2	100 < Q _s ≤ 200	425 < Q _s ≤ 850
MEDIO	3	200 < Q _s ≤ 300	850 < Q _s ≤ 1.275
	4	300 < Q _s ≤ 400	1.275 < Q _s ≤ 1.700
	5	400 < Q _s ≤ 800	1.700 < Q _s ≤ 3.400
ALTO	6	800 < Q _s ≤ 1.600	3.400 < Q _s ≤ 6.800
	7	1.600 < Q _s ≤ 3.200	6.800 < Q _s ≤ 13.600
	8	3.200 < Q _s	13600 < Q _s

Tabla 4. Nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento, RD 2267/2004.

8.4. Salidas de evacuación

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación P, en este caso se considera que el número de personas que ocupa cada sector es menor que 100, entonces $P = 1,10 p$.

Zona de almacén: $P = 1,10 * 12 = 13,20 \rightarrow 14$

Zona de taller: $P = 1,10 * 8 = 8,80 \rightarrow 9$

En el caso de la zona de oficinas se determina su ocupación según el punto 2 de la sección SI 3 del CTE DB SI.

Zona de oficinas: $P = 29$

Una vez determinada la ocupación de cada zona y siguiendo las especificaciones definidas por la NBE-CPI/96 y el CTE DB SI se establecen diferentes salidas de evacuación para cada sector:

Zona de oficinas: 2 salidas

Zona de almacén: 1 salida

Zona de taller: 2 salidas

8.5. Instalaciones de protección contra incendios

Una vez realizados los cálculos y el estudio definido por el RD 2267/2004 y el CTE DB SI, este establecimiento debe estar equipado con las instalaciones de protección contra incendios indicadas en la tabla XX.





<p>Extintores portátiles de polvo químico ABC con eficacia mínima de 21A - 113B. Un total de 11.</p>	
<p>Un sistema manual de alarma de incendio, con un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio. 5 pulsadores de alarma convencional de rearme manual.</p>	
<p>Placas de señalización de equipos contra incendios de PVC fotoluminiscente. 11 señales de extintor y 5 de pulsadores.</p>	
<p>Placas de señalización de medios de evacuación de PVC fotoluminiscente. Un total de 9.</p>	

Tabla 5. Instalaciones necesarias en el proyecto de protección contra incendios.

Se puede consultar el recorrido de evacuación, la señalización del edificio y las instalaciones contra incendios en el Documento 6: Planos. 05, Vías de evacuación e instalaciones de protección contra incendios.

9. Presupuesto de inversión del proyecto

Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	875.720,04 €
Gastos Generales (13%)	113.843,61 €
Beneficio Industrial (6%)	52.543,21 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	1.042.106,86 €
Total + IVA (21%)	1.260.949,31 €

Tabla 6. Presupuesto de inversión del proyecto.

El presupuesto de inversión del proyecto es de UN MILLÓN DOSCIENTOS SESENTA MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.

DOCUMENTO 2: ANEXOS

ÍNDICE DE LOS ANEXOS

Anexo 1. Acciones en la edificación.....	32
1. Introducción.....	32
2. Acciones sobre la nave industrial	32
2.1. Acciones permanentes	32
2.1.1. Peso propio	32
2.1.2. Pretensado.....	33
2.1.3. Acciones del terreno	33
2.2. Acciones variables	34
2.2.1. Sobrecarga de uso.....	34
2.2.2. Viento.....	34
2.2.3. Acciones térmicas	40
2.2.4. Nieve	40
2.3. Acciones accidentales	41
3. Acciones sobre el edificio de oficinas.....	41
3.1. Acciones permanentes	41
3.1.1. Peso propio	41
3.1.2. Pretensado.....	42
3.1.3. Acciones del terreno	42
3.2. Acciones variables	42
3.2.1. Sobrecarga de uso.....	42
Anexo 2. Cálculo del forjado de placa alveolar	43
1. Predimensionado de la placa alveolar	43
1.1. Cargas aplicadas	43
1.2. Cálculo de canto mínimo.....	43
2. Cálculo mediante AIDEPLA.....	44
3. Comprobación del forjado	53
3.1. Esfuerzos	53
3.2. Flecha	54
Anexo 3. Diseño y cálculo de la Obra Civil en CYPE	55
1. Introducción.....	55
2. Generador de pórticos	55
2.1. Datos geométricos del pórtico	55
2.2. Datos generales de la obra.....	56

2.3.	Dimensionamiento de correas	57
2.4.	Exportación a CYPE 3D	58
3.	CYPE 3D.....	58
3.1.	Datos de obra	58
3.2.	Definición de la geometría completa	59
3.3.	Descripción de las barras	60
3.4.	Coeficientes de pandeo.....	61
3.5.	Flecha límite	62
3.6.	Cargas edificio de oficinas	63
3.7.	Análisis y cálculo de la estructura	63
3.8.	Placas de anclaje	66
3.9.	Cimentación	67
4.	Listados y comprobaciones	68
4.1.	Datos generales de la obra.....	68
4.2.	Pilar pórtico interior	97
4.3.	Pilar hastial de fachada	122
4.4.	Pilar esquinero pórtico de fachada	147
4.5.	Pilar edificio de oficinas Tipo 1.....	173
4.6.	Pilar edificio de oficinas Tipo 2.....	198
4.7.	Pilar edificio de oficinas Tipo 3.....	223
4.8.	Cordón superior cercha de pórtico interior	248
4.9.	Cordón inferior cercha de pórtico interior.....	266
4.10.	Diagonal cercha de pórtico interior	284
4.11.	Jácena pórtico de fachada.....	302
4.12.	Viga edificio de oficinas Tipo 1	327
4.13.	Viga edificio de oficinas Tipo 2	352
4.14.	Viga edificio de oficinas Tipo 3	377
4.15.	Viga perimetral.....	402
4.16.	Viga intermedia	417
4.17.	Montante VCV	443
4.18.	Diagonal VCV	461
4.19.	Cruz de San Andrés.....	468
4.20.	Correas de cubierta y laterales.....	481
4.21.	Placas de anclaje	491
4.22.	Zapatas de cimentación	527
4.23.	Vigas de atado de cimentación	594

Anexo 4. Proyecto de Protección Contra Incendios	612
1. Antecedentes y objeto del proyecto. Justificación de la necesidad de presentación de proyecto.....	612
2. Titular, domicilio social, emplazamiento y representante autorizado	612
3. Actividades principales y secundarias, según clasificación de la tabla 1.2 del Anexo I	613
4. Reglamentación y normas técnicas de aplicación.....	613
5. Caracterización del establecimiento industria.....	614
5.1. Características del establecimiento: configuración y relación con el entorno	614
5.1.1. Justificación técnica de que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes	614
5.2. Sectores y áreas de incendio, superficie construida y usos	614
5.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	615
6. Requisitos constructivos del establecimiento industrial	616
6.1. Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II del RD 2267/2004	616
6.2. Descripción y características de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.....	616
6.3. Cálculos justificativos de la condición de cubierta ligera	617
6.4. Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida, según Anexo II del RD 2267/2004, punto 1.....	617
6.5. Justificación de que la superficie construida de cada sector de incendio es admisible	617
6.6. Justificación de que la distribución de los materiales combustibles en las áreas de incendio cumple los requisitos exigibles.....	617
6.7. Justificación de la condición de reacción al fuego de los elementos constructivos	618
6.7.1. Justificación de la reacción al fuego de los revestimientos: suelos, paredes, techos, lucernarios y revestimiento exterior de fachadas. Productos incluidos en paredes y cerramientos	618
6.7.2. Justificación de la reacción al fuego de los productos interiores en falsos techos o suelos elevados. Tipo de cables eléctricos	618
6.8. Justificación de la estabilidad al fuego de los elementos de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta	618
6.8.1. Tipologías concretas, según Anexo II del RD 2267/2004	618
6.9. Justificación de la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de los sectores de incendio: forjados, medianeras, cubiertas, puertas de paso, huecos, compuertas, orificios de paso de canalizaciones, tapas de registro de patinillos, galerías de servicios, compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención	619
6.10. Justificación y cálculo de la evacuación del establecimiento industrial	619

6.10.1.	Justificación y cálculo de la ocupación de cada uno de los sectores de incendio	619
6.10.2.	Justificación de los elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, rampas, ascensores, escaleras, pasillos y salidas	619
6.10.3.	Justificación y cálculo del número y disposición de las salidas.....	620
6.10.4.	Justificación y cálculo de la longitud máxima de los recorridos de evacuación	620
6.10.5.	Justificación del dimensionamiento de las puertas, pasillos, escaleras, escaleras protegidas, vestíbulos previos, ascensores y rampas	620
6.10.6.	Justificación y cálculo de la evacuación en establecimientos industriales con configuración D y E.....	620
6.11.	Justificación y cálculo de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales	620
6.12.	Almacenamientos. Justificación del sistema de almacenaje	621
6.13.	Justificación del cumplimiento de los requisitos del sistema de almacenaje en estanterías metálicas	621
6.14.	Descripción de las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento. Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que les afectan	622
6.15.	Riesgo forestal. Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de vegetación baja y arbustiva.....	622
7.	Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios	622
7.1.	Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendio.....	622
7.2.	Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio.....	622
7.3.	Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma	623
7.4.	Justificación y descripción del tipo y número de bocas de incendio equipadas...	623
7.5.	Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores	623
7.6.	Justificación, cálculo y descripción del sistema de rociadores automáticos de agua	623
7.7.	Justificación, cálculo y descripción del sistema de agua pulverizada	623
7.8.	Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Cálculo del caudal mínimo y reserva de agua. Categoría del abastecimiento. Descripción y cálculo de la red de tuberías	623
7.9.	Justificación y cálculo del tipo y número de extintores portátiles.....	624
7.10.	Justificación, cálculo y descripción del sistema de columna seca.....	624
7.11.	Justificación, cálculo y descripción del sistema de espuma física.....	624
7.12.	Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por polvo	625
7.13.	Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por agentes extintores gaseosos.....	625
7.14.	Justificación y descripción del sistema de alumbrado de emergencia	625
7.15.	Justificación y descripción de la señalización.....	625

8. Zona de oficinas técnicas. Objeto del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio	626
8.1. Sección SI 1. Propagación interior.....	626
8.1.1. Compartimentación en sectores de incendio	626
8.1.2. Locales y zonas de riesgo especial	627
8.1.3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios	627
8.1.4. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario	627
8.2. Sección SI 2. Propagación exterior	627
8.2.1. Medianerías y fachadas	627
8.2.2. Cubiertas	628
8.3. Sección SI 3. Evacuación de ocupantes	628
8.3.1. Cálculo de la ocupación	628
8.3.2. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación	628
8.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación	628
8.3.4. Protección de las escaleras	629
8.3.5. Puertas situadas en recorridos de evacuación	629
8.3.6. Señalización de los medios de evacuación	629
8.3.7. Control del humo de incendio	629
8.3.8. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio	629
8.4. Sección SI 4. Instalaciones de protección contra incendios.....	629
8.4.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios	629
8.4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios	630
8.5. Sección SI 5 Intervención de los bomberos.....	630
8.6. Sección SI 6. Resistencia al fuego de la estructura.....	630
8.6.1. Elementos estructurales principales.....	630
8.6.2. Elementos estructurales secundarios	631

Anexo 1. Acciones en la edificación

1. Introducción

Las acciones que van a actuar sobre la nave industrial y el edificio de oficinas vienen descritas por el Documento Básico de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

2. Acciones sobre la nave industrial

2.1. Acciones permanentes

2.1.1. Peso propio

El peso propio está compuesto por los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos, rellenos y equipo fijo.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

En la nave industrial actuarán el peso propio de la estructura y de los cerramientos debido a que se trata de un establecimiento de una sola planta sobre rasante, el resto de los elementos no acarrearán una carga sobre la estructura portante.

Elemento de construcción	Peso (kN/m ²)
Peso propio de la estructura. Se estima con la fórmula $\frac{Luz(m)}{100} \left(\frac{kN}{m^2}\right)$	0,5
Cerramientos panel sándwich	0,15
Correas	0,078

Tabla 7. Peso de los elementos constructivos de la nave.

2.1.2. Pretensado

La acción del pretensado se evaluará a partir de lo establecido en la Instrucción EHE.

Se entiende como pretensado la aplicación controlada de una tensión al hormigón mediante el tesado de tendones de acero. Los tendones serán de acero de alta resistividad y pueden estar constituidos por alambres, cordones o barras. En esta instrucción no se consideran otras formas de pretensado.

A nivel de cálculos teóricos em este anexo no se analiza el pretensado de la estructura.

2.1.3. Acciones del terreno

Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

Existen diferentes tipos de terrenos según la clasificación de suelos con los que se puede determinar la tensión que aplicaran a la estructura.

Suelos gruesos⁽¹⁾		
Gravas	Gruesas	20,0-60,0 mm
	Medias	6,0-20,0 mm
	Finas	2,0-6,0 mm
Arenas ⁽²⁾	Gruesas	0,60-2,00 mm
	Medias	0,20-0,60 mm
	Finas	0,06-0,20 mm
Suelos finos⁽³⁾		
Limos	Gruesos	0,020-0,060 mm
	Medios	0,006-0,020 mm
	Finos	0,002-0,006 mm
Arcillas ⁽⁴⁾		< 0,002 mm

Tabla 8. Clasificación de suelos según el CTE DB-SE-C.

En el caso de este proyecto no se conoce con certeza la composición del suelo, por lo que se opta por determinar unos valores de tensión admisible genéricos propuestos por CYPE.

- Tensión ante situación persistente = 0,200 MPa.
- Tensión ante situación transitoria = 0,300 MPa.

2.2. Acciones variables

2.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la tabla 9.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 9. Valores característicos de las sobrecargas de uso, CTE DB-SE-AE.

Para la nave industrial diseñada en este proyecto se aplica una sobrecarga de uso tipo G1: “Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)”, con un valor de 0,4 kN/m².

2.2.2. Viento

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

2.2.2.1. Acción del viento

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

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

siendo:

- q_b : presión dinámica del viento.
- c_e : coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.
- c_p : coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

2.2.2.2. Presión dinámica del viento

Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D del CTE DB-SE-AE, en función del emplazamiento geográfico de la obra.

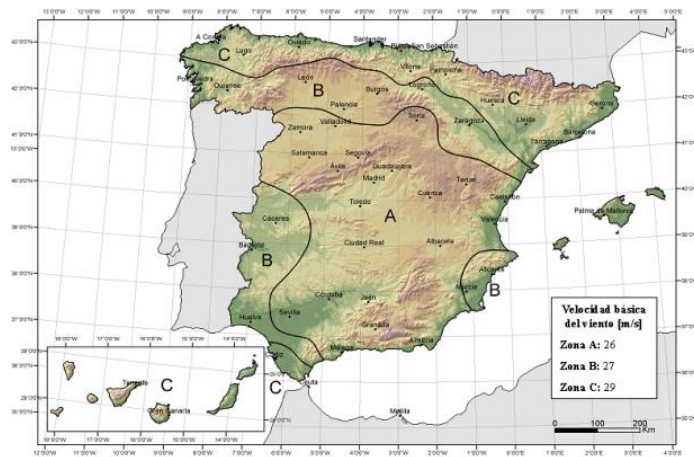


Imagen 16. Mapa de zona eólica de España, CTE DB-SE-AE.

La nave industrial está situada en Castellón por lo que se sabe que $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$.

2.2.2.3. Coeficiente de exposición

El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se puede tomar de la tabla 10, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 10. Valores del coeficiente de exposición c_e , CTE DB-SE-AE.

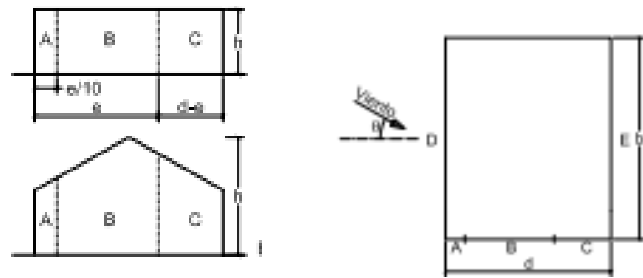
La altura máxima de la nave es de 15 metros y sabiendo que su grado de aspereza del entorno es IV, el valor de $c_e = 2,1$.

2.2.2.4. Coeficiente eólico de naves y construcciones diáfanos

Para el cálculo del coeficiente eólico en cada punto de la estructura, del lado de la seguridad se podrá utilizar la resultante en cada plano de fachada o cubierta de los valores del Anejo D.3 del CTE DB-SE-AE, que recogen el pésimo en cada punto debido a varias direcciones de viento. A los efectos locales, tales como correas, paneles de cerramiento, o anclajes, deben utilizarse los valores correspondientes a la zona o zonas en que se encuentra ubicado dicho elemento.

Los coeficientes de presión exterior o eólico dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia. En las tablas 11, 12 y 13 se dan valores de coeficientes de presión para construcciones a dos aguas, obtenidos como el pésimo de entre los del abanico de direcciones de viento definidas en cada caso. En todas ellas la variable A se refiere al área de influencia del elemento o punto considerado.

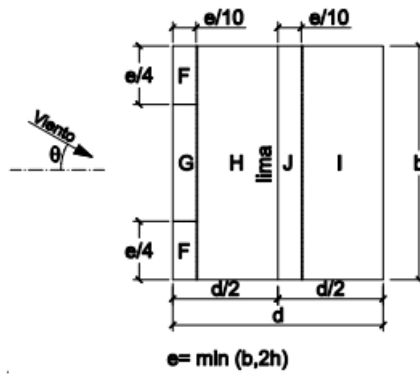
Parámetros verticales



A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Tabla 11. Valores de coeficientes de presión en los laterales, CTE DB-SE-AE.

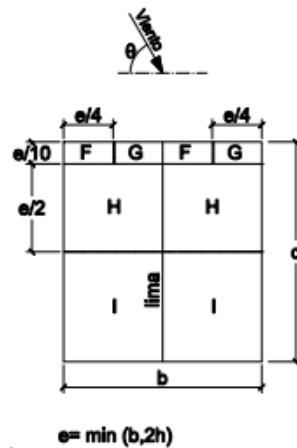
Dirección lateral del aire



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

Tabla 12. Valores de coeficientes de presión en cubierta con la dirección del viento lateral, CTE DB-SE-AE.

Dirección frontal del aire



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Tabla 13. Valores de coeficientes de presión en cubierta con la dirección del viento frontal, CTE DB-SE-AE.

El coeficiente eólico de presión interior, c_{pi} , se considera único en todos los en todos los paramentos interiores del edificio que delimitan la zona afectada por la fachada o cubierta que presenta grandes huecos, se determinan con la tabla 3.6 "Coeficientes de presión interior" del CTE DB-SE-AE.

Para el cálculo de los diferentes valores que puede obtener el coeficiente eólico se utiliza el programa Generador de pórticos de CYPE.

Este programa calcula todos los valores de presión estática, estos valores varían según la dirección del viento. Una vez planteadas las hipótesis de carga de viento, las traslada a cada pórtico.

2.2.3. Acciones térmicas

Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

En el caso que se disponga de elementos estructurales de más de 40 metros se dispondrá de una junta de dilatación en la mitad de su longitud.

2.2.4. Nieve

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

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

$$q_n = \mu \times s_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

- μ : coeficiente de forma de la cubierta. Para cubiertas con inclinación menor a 30°, $\mu = 1$.
- s_k : el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Según la tabla 3.8 del CTE DB-SE-AE para la provincia de Castellón $s_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$.

Se tendrán en cuenta las posibles distribuciones asimétricas de nieve, debidas al transporte de la misma por efecto del viento, reduciendo a la mitad el coeficiente de forma en las partes en que la acción sea favorable.

2.3. Acciones accidentales

En este proyecto solo se aplica la acción accidental debida a un incendio.

Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio están definidas en el DB-SI. En el anexo 3 de Protección Contra Incendios se detallan las medidas para evitar estas acciones.

3. Acciones sobre el edificio de oficinas

El edificio de oficinas se encuentra en el interior de la nave industrial, las fachadas que dan al exterior son las mismas que la nave industrial, por lo que se aplican las acciones provocadas por agentes externos solo a la nave.

3.1. Acciones permanentes

3.1.1. Peso propio

En el edificio de oficinas actuarán el peso propio de la estructura, el peso de los elementos que conforman la planta 1 y 2 y la tabiquería, el resto de los elementos no acarrearán una carga sobre la estructura portante.

Según el CTE DB-SE-AE, en general, bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 1,0 kN por cada m² de superficie construida.

El cálculo del peso propio se descompone en:

Elemento de construcción	Peso (kN/m ²)
Placa alveolar de canto 20 cm	3,1
Capa de compresión de 5 cm	1,2
Baldosa hidráulica o cerámica de 5 cm	0,8
Guarnecido y enlucido de yeso	0,15

Tabla 14. Peso de los elementos constructivos del suelo de cada planta.

El diseño del suelo de cada planta se especifica en el apartado 2 del Anexo 2.

3.1.2. Pretensado

Se aplican las mismas condiciones que en el apartado 2.1.2 del Anexo 1.

3.1.3. Acciones del terreno

Se aplican las mismas condiciones que en el apartado 2.1.3 del Anexo 1.

3.2. Acciones variables

3.2.1. Sobrecarga de uso

De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la tabla 9 del apartado 2.2.1 del Anexo 1.

Para el edificio de oficinas diseñado en este proyecto se aplica una sobrecarga de uso tipo B: “Zonas administrativas”, con un valor de 2 kN/m².

Anexo 2. Cálculo del forjado de placa alveolar

1. Predimensionado de la placa alveolar

El cálculo del forjado de placa alveolar se realiza mediante el programa online AIDEPLA. Antes de empezar el cálculo se procede a hacer un predimensionado de los elementos constructivos que formaran este forjado.

1.1. Cargas aplicadas

Para poder realizar este predimensionado hace falta conocer las cargas aplicadas en el forjado y su peso propio, los datos de las cargas y peso de los materiales elegidos se encuentran en el Anexo C y de los apartados 2.1 y 3.1.1 del CTE DB-SE-AE.

Materiales y elementos	Peso (kN/m ²)
Baldosa hidráulica o cerámica (incluyendo material de agarre) de 0,05 m de espesor	0,80
Guarnecido y enlucido de yeso	0,15
Forjado uni o bidireccional, grueso total < 0,30 m	4
Hormigón ligero, 0,05 m de espesor	0,45
Tabiquería	1
Sobrecarga de uso tipo B	2
TOTAL	8,4

Tabla 15. Cálculo peso aplicado en el forjado.

1.2. Cálculo de canto mínimo

Según el artículo 50 del EHE-08, en el caso particular de forjados de losas alveolares pretensadas con luces menores que 12 m, y sobrecargas no mayores que 4 kN/m², el canto mínimo viene dado por:

$$h_{\min} = \delta_1 \times \delta_2 \times \frac{L}{C} = 1,10 \times 1,06 \times \frac{7,5}{36} = 0,243 \approx 25 \text{ cm}$$

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{q}{7}} = \sqrt{\frac{8,4}{7}} = 1,10 \quad \delta_2 = \sqrt[4]{\frac{L}{6}} = \sqrt[4]{\frac{7,5}{6}} = 1,06$$

El coeficiente C se obtiene de la tabla 50.2.2.1.b del EHE-08.

En AIDEPLA se introduce una placa alveolar de 20 cm + 5 cm de capa de compresión.

2. Cálculo mediante AIDEPLA

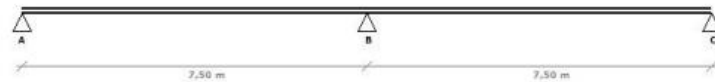
11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx



Informe de Resultados	OBRA	Oficinas TFG		
	PLANTA	Planta 1	ALINEACIÓN	

1. CROQUIS



2. SECCIÓN Y CARGAS

2.1 Sección - Cargas Permanentes (G)

	Catálogo	ID	Peso (kN/m ²)	Canto (cm)
Placa Alveolar	Alveopla de canto 20 cm	G1	3,1	20
Capa de compresión	Capa de compresión de 5 cm	G2	1,2	5
Cubierta		G3	0	0
Solado	Baldosa hidráulica o cerámica (incluye material de agarre) 5 cm de espesor		0,8	5
Rev. Inferior	Guarnecido y enlucido de yeso		0,15	1,5
Otras	Tabiquería		1	0
TOTAL			6,25	31,5

2.2 Cargas Variables - Sobrecarga (Q)

	Categoría de uso	ID	Unif (kN/m ²)	Conc (kN)
Superficial	B: Zona Administrativa	Q1	2,00	
Puntual 1	Pasa a Permanentes	P1		,50
Puntual 2		P2		
Porcentaje de reparto para cargas superficial de tipo industrial (si existe)			% G	% Q

3. APOYOS

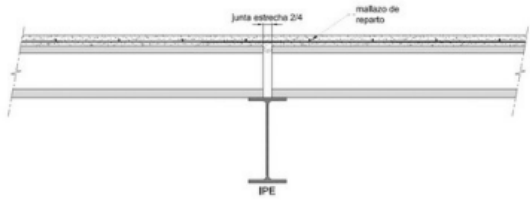

ID	Descriptivo	Imagen	Nota - Detalles
A	APM05: APOYO EXTREMO SOBRE PERFIL METÁLICO IPE		NOTA: Con el fin de evitar su desprendimiento, conviene armar el hormigón de remate, con el propio mallazo de reparto. Posibilidad de contener el borde del forjado frente a acciones horizontales, mediante la colocación de un casquillo LPN a centro de cada placa.
B	APM04: APOYO CENTRAL SOBRE PERFIL METÁLICO IPE		NOTA: Este tipo de apoyo NO debería considerarse en continuidad. El

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

1/9

11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

			<p>motivo es lo precario que resultaría macizar con hormigón 'in situ' una junta tan estrecha. Aunque se colocara armadura a negativo el apoyo fallaría en continuidad al no poder soportar compresiones entre la suela y los tabiques de las testas de las placas enfrentadas, dada la dificultad de llenado-macizado a través de la estrecha junta</p>
<p>C</p>	<p>APM05: APOYO EXTREMO SOBRE PERFIL METÁLICO IPE</p>		<p>NOTA: Con el fin de evitar su desprendimiento, conviene armar el hormigón de remate, con el propio mallazo de reparto. Posibilidad de contener el borde del forjado frente a acciones horizontales, mediante la colocación de un casquillo LPN a centro de cada placa.</p>
<p>D</p>			
<p>E</p>			
<p>F</p>			
<p>G</p>			
<p>H</p>			

++ Notas referentes a los apoyos:

No hay comentarios destacables

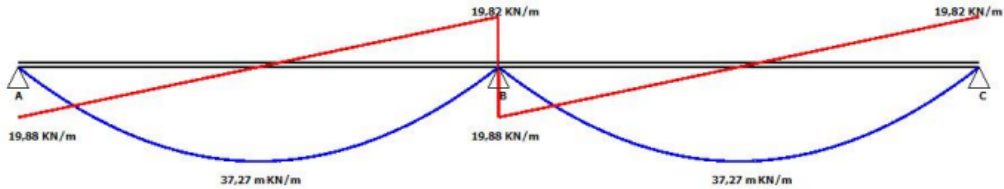
11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

Informe de Resultados	OBRA	Oficinas TFG	
	PLANTA	Planta 1	ALINEACIÓN

4. SITUACIÓN DE EJECUCIÓN

Proceso Constructivo: SIN SOPANDAR

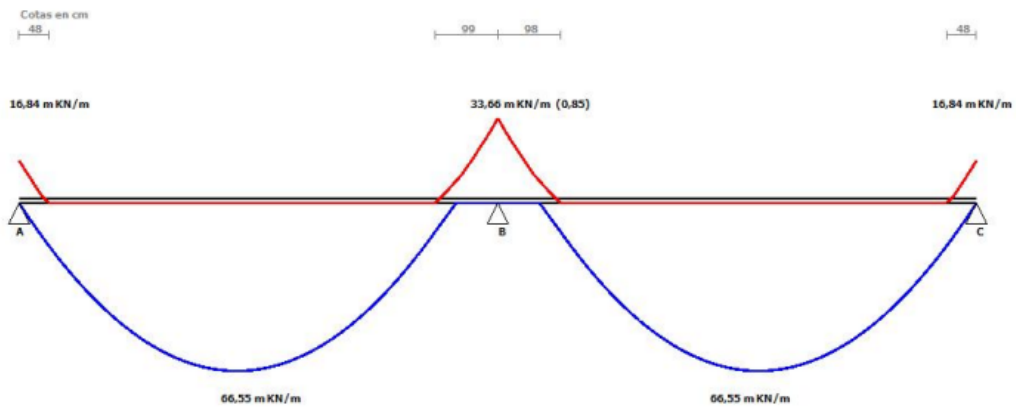


Carga Permanente:	G1 + G2 (ISOSTÁTICO)	Tipo de Combinación:	Persistente
Carga Variable:	Q' = 1 kN/m2 (ISOSTÁTICO)	Nº Combinaciones:	1
$\gamma_G = 1$	$\gamma_Q = 1$	Redistribución:	-

5. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO (ELU)

5.1 Envolvente - Solicitaciones Normales (Flexión)

-- Cálculo realizado en continuidad, con una redistribución máxima según se indica en tabla adjunta.



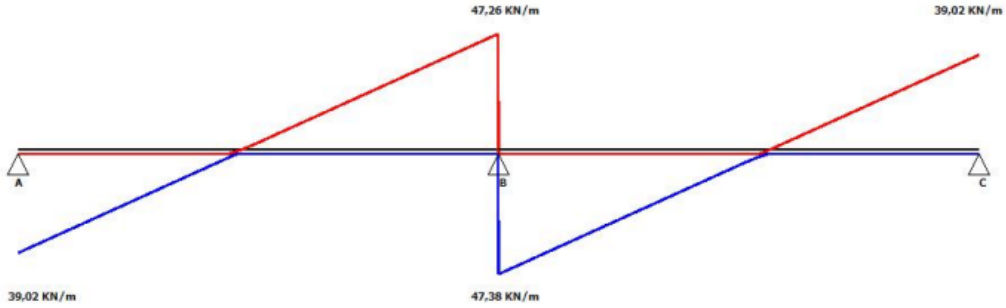
Carga Permanente:	G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT)	Tipo de Combinación:	Persistente
Carga Variable:	Q - P1 - P2 (CONT)	Nº Combinaciones:	9
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,5$	Redistribución:	SI (hasta el 15 %)

11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

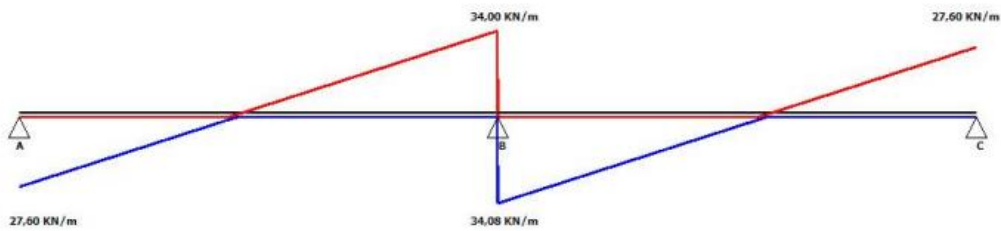
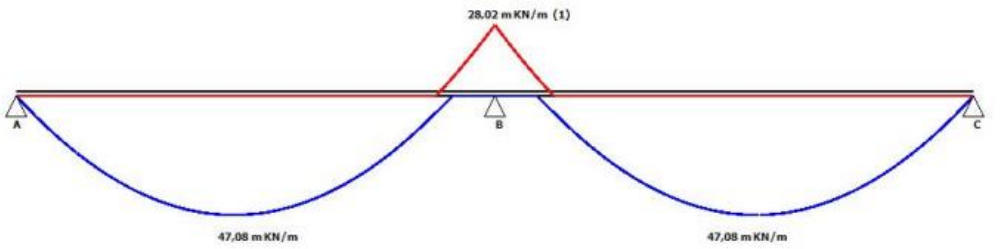
Informe de Resultados	OBRA	Oficinas TFG	
	PLANTA	Planta 1	ALINEACIÓN

5.2 Envolvente - Cortantes



Carga Permanente:	G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT)	Tipo de Combinación:	Persistente
Carga Variable:	Q - P1 - P2 (CONT)	Nº Combinaciones:	9
$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_Q = 1,5$	Redistribución:	SI (hasta el 15 %)

5.3 Situación de Incendio



Carga Permanente:	G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT)	Tipo de Combinación:	
-------------------	---------------------------------	----------------------	--

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

4/9

11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

			Incendio ($\eta_{FI} = 0,71$) CTE DB-S16 5.5
Carga Variable:	Q - P1 - P2 (CONT)	Nº Combinaciones:	9
$\gamma_G = 1$	$\gamma_Q = 1$	Redistribución:	NO

11/8/2021

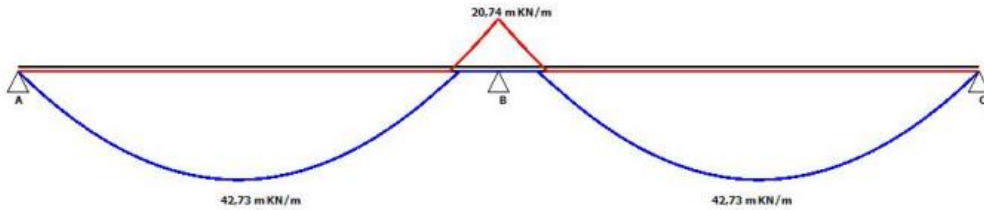
prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

Informe de Resultados	OBRA	Oficinas TFG	
	PLANTA	Planta 1	ALINEACIÓN

6. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

6.1 Fisuración

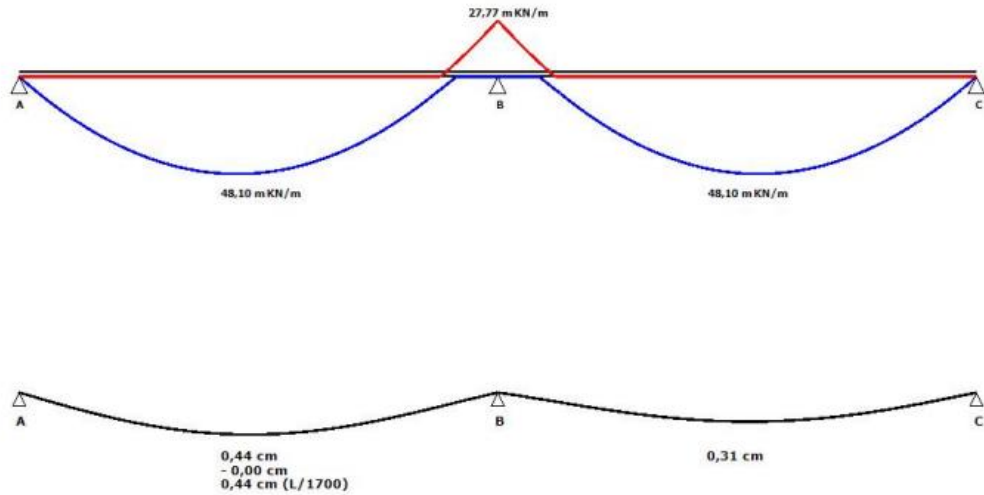
Ambiente: Protegido / CGE = 1 ; CEE =



Combinación Frecuente de acciones, comparar con M0.2 (Apertura de fisura 0,2)

Carga Permanente:	G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT)	Tipo de Combinación:	Frecuente
Carga Variable:	Q - P1 - P2 (CONT)	Nº Combinaciones:	27
$\gamma_G = 1$	$\gamma_Q = 1$	Redistribución:	-

6.2 Deformación



Carga Permanente:	G1 + G2 (ISOSTÁTICO) - G3(CONT)	Tipo de Combinación:	Característica
Carga Variable:	Q - P1 - P2 (CONT)	Nº Combinaciones:	9
$\gamma_G = 1$	$\gamma_Q = 1$	Redistribución:	-
Datos de entrada - Cálculo de la flecha a plazo infinito			
Mfis =	EIb =	Elfis =	EIeq = 60,63 MN·m ² /m
0,9·P0·e =	$\beta =$	Plazo carga G3 =	Plazo carga Q =

Notas: El cálculo de las flechas se ha realizado para una rigidez equivalente, estimada según : EI = 60,63 MN·m²/m Las flechas obtenidas

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

6/9

11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

deben entenderse a plazo infinito. Tengase en cuenta que adicionalmente a esta flecha, se podría considerar una contraflecha máxima en el vano más deformado (por efecto del pretensado) de: -0,00 cm

11/8/2021

prgcalculo-aidepla.org/Pag2.aspx

Informe de Resultados	OBRA	Oficinas TFG		
	PLANTA	Planta 1	ALINEACIÓN	

7. RESUMEN DE SOLICITACIONES

7.1 Solicitaciones por vano

Vano	Ejecución	ELU Flexión	ELU Rasante	ELU Cortante	Incendio		ELS Fisuración [M0.2]	SELECCIÓN
	Momento (M) (en m-kN)	Momento (M) (en m-kN/m)	Cortante (V) (en kN/m)	Cortante (V) (en kN/m)	Momento (M) (en m-kN/m)	Cortante (V) (en kN/m)	Momento (M) (en m-kN/m)	Tipo Alveoplaca
A-B	44,72	66,55	47,38	45,80	47,08	34,08	42,73	
B-C	44,72	66,55	47,38	45,80	47,08	34,08	42,73	

7.2 Solicitaciones máximas


A continuación se muestran de forma compacta las solicitaciones máximas calculadas

	Momento (M) (valores por metro en m-kN/m)	Cortante (V) (valores por metro en kN/m)
Ejecución	M(+): 37,27 // M(-): 0,00	-
ELU Flexión	M(+): 66,55 // M(-): 33,66	-
ELU Cortantes	-	47,38
Incendio	M(+): 47,08 // M(-): 28,02	34,08
ELS Fisuración [M0.2]	42,73	-
ELS Deformación	48,10	-

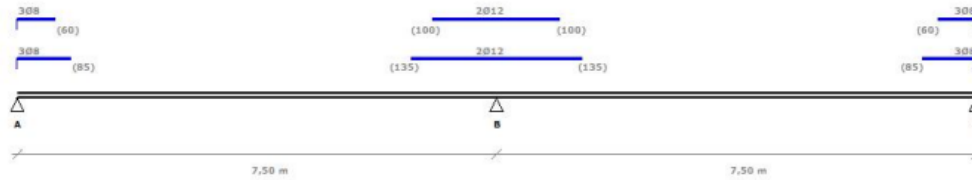
8. ARMADO DE NEGATIVOS

Acero para negativos: B500SD Hormigón in situ: 25 MPa

Malla de reparto:-

Armadura de negativos por ancho de placa (1,2 m) 

Cuantía aproximada de negativos: 0,66 kg/m²



++ Notas generales:

No hay comentarios destacables

Informe de Resultados	OBRA	Oficinas TFG		
	PLANTA	Planta 1	ALINEACIÓN	

9. NORMATIVA DE REFERENCIA Y COMENTARIOS

Apt. 2.1	Catálogo de elementos constructivos para cubierta, solado y rev. inferior según CTE DB SE-AE Tabla C.3 y C.5
Apt. 2.2	Categoría de uso según CTE DB SE-AE Tabla 3.1 y Eurocódigo 1 Part. 1-1 (UNE-EN 1991-1-1:2003)
Apt. 3	Notas y Detalles constructivos según AIDEPLA (Asociación para la investigación y desarrollo de las Placas Alveolares) - www.aidepla.org -
Apt. 4	<u>Situación de ejecución.</u> Según EHE-08 Art 59.2 durante la fase de hormigonado en obra la acción característica de ejecución sobre las placas alveolares es la del peso propio de la placa y su capa de compresión, así como una sobrecarga de ejecución de valor no menor a 1kN/m ² . Bajo esta situación de carga, teniendo en cuenta el efecto del pretensado y para condiciones de apoyo isostáticas, ya que la sección mixta no es colaborante en este estado de ejecución, no se deben superar los valores de tensión de compresión y tracción indicados en el citado artículo. Las solicitaciones en dicha situación se obtienen mediante cálculo lineal en hipótesis de rigidez constante de la placa. Se adoptan coeficientes de seguridad correspondientes a los Estados Límites de Servicio.
Apt. 5.1	<u>Estado Límite Último - Solicitaciones normales (Flexión).</u> Análisis lineal con redistribución limitada según EHE-08 Art. 19.2.3. Para esta situación de proyecto se ha tenido en cuenta la combinación permanente de acciones. Se considera la alternancia de la sobrecarga de uso, obteniendo las envolventes de esfuerzos más desfavorables. La máxima redistribución permitida depende de la ductilidad de la sección crítica de apoyo, calculada según lo indicado en EHE-08 Art. 21
Apt. 5.2	<u>Estado Límite Último - Cortantes.</u> Análisis lineal con redistribución limitada según EHE-08 Art. 19.2.3. Para esta situación de proyecto se ha tenido en cuenta la combinación permanente de acciones. Se considera la alternancia de la sobrecarga de uso, obteniendo las envolventes de esfuerzos más desfavorables. La máxima redistribución permitida depende de la ductilidad de la sección crítica de apoyo, calculada según lo indicado en EHE-08 Art. 21
Apt. 5.3	<u>Situación de Incendio.</u> Para esta situación de proyecto, se adoptan de forma simplificada como esfuerzos de comprobación los obtenidos para la combinación pésima de acciones en temperatura ambiente disminuidos por un factor global η_{FI} según EHE-08 Anejo 6 Art 3.1 Estos esfuerzos simplificados serán válidos cuando se utilice el método de la isoterma 500° (EHE-08 Anejo 6 Art. 7) como método de comprobación. No se considera la redistribución de esfuerzos
Apt. 6.1	<u>Estado Límite de Servicio - Fisuración.</u> Se establece una abertura característica de fisura máxima según EHE-08 Tabla 5.1.1.2 en función de la clase de exposición del ambiente del recinto inferior a la placa. La combinación de acciones evaluadas será la frecuente o cuasipermanente (EHE-08 Art. 13.3) en función también de la clase de exposición, según la tabla citada anteriormente. Se calculan los esfuerzos a través de un Análisis lineal, válido a este efecto según EHE-08 Art. 19.2.1. Se tiene en cuenta la alternancia de sobrecargas
Apt. 6.2	<u>Estado Límite de Servicio - Deformación.</u> Se aplica todo lo relativo a la deformación de forjados unidireccionales de placa alveolar como elemento prefabricado de hormigón pretensado según EHE-08 Art. 50 y Anejo 8. La combinación de acciones evaluada será la característica (EHE-08 Art. 13.3). Se calculan los esfuerzos y deformaciones a través de un Análisis lineal, válido a este efecto según EHE-08 Art. 19.2.1. Se tiene en cuenta la alternancia de sobrecarga.

3. Comprobación del forjado

3.1. Esfuerzos

En el cálculo de AIDEPLA se obtiene una tabla de solicitaciones máximas que debe soportar la placa alveolar estudiada, esta es la tabla 16.

	Momento (M) (valores por metro en m·kN/m)	Cortante (V) (valores por metro en kN/m)
Ejecución	M(+): 37,27 // M(-): 0,00	-
ELU Flexión	M(+): 66,55 // M(-): 33,66	-
ELU Cortantes	-	47,38
Incendio	M(+): 47,08 // M(-): 28,02	34,08
ELS Fisuración [M0.2]	42,73	-
ELS Deformación	48,10	-

Tabla 16. Solicitaciones máximas calculadas por AIDEPLA.

Para elegir la placa alveolar se consulta la ficha de características técnicas del fabricante Forjados Secusa, S.A, los valores se pueden ver en la tabla 17.

6. FLEXIÓN POSITIVA (por m)																			
TIPO DE FORJADO	TIPO DE LOSA	Mu (m·kN/m)	β (1)	W _{ser} (m ³ /m *10 ³)	Rig. (mm ² ·MN/m)/10 ⁶		M límite según servicio (m·kN/m) (2)				V _u (kN/m) (3)				w (5)	Rasante (kN/m)	M _{5,0} (m·kN/m) (11)		
					bruta E-lb	fisurada E-lfis	M ₀	M _{1s}	M _{0'}	M _{0,2}	M _{0>M_{1s,0}}	x=50 mm V _a *	x=100 mm V _u *	V _a *				V _u *	ζ (4)
(20+5)*119,8	P3	86,1	1,9	7,93	32,92	2,38	37,6	71,2	41,5	81,7	101,1	83,5	131,9	142,4	142,4	1,1	1,4	99,1	101,0
	P5	104,1	2,0	7,98	33,06	2,90	48,4	82,1	52,5	95,3	106,5	104,4	137,8	149,6	149,6	1,1	1,4	99,1	122,5
	P8	148,9	2,0	8,10	33,44	4,16	72,3	106,1	78,1	125,8	125,7	156,6	157,0	172,9	172,9	1,1	1,4	99,1	177,9
	P9	184,9	2,0	8,20	33,71	5,16	93,5	127,5	100,0	153,7	137,1	169,1	169,1	187,5	187,5	1,1	1,4	99,1	221,8
	P10	215,2	2,0	8,27	33,90	5,95	111,5	145,6	119,0	178,4	149,5	180,2	180,2	200,8	200,8	1,1	1,4	99,1	259,8

Tabla 17. Valores de las solicitaciones admitidas en cada modelo de placa alveolar.

En la placa alveolar de 20 cm más 5 de capa de compresión tipo P3, se obtienen valores que cumplen las solicitaciones máximas calculadas.

$$M_{0,2} = 81,70 > 66,55 \text{ m·kN/m}$$

$$V_u^* = 142,40 > 47,38 \text{ kN/m}$$

3.2. Flecha

Como aproximación de cálculo de la flecha, se utiliza la fórmula clásica para viga biapoyada. Siendo $E \times I_b$ la rigidez bruta, que se obtiene de la tabla 17.

$$f = \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I_b} = \frac{5}{384} \times 8,25 \times \frac{7,5^4}{32,92} = 10,33 \text{ mm}$$

$$f_{adm} = \frac{L}{300} = \frac{7500}{300} = 25 \text{ mm} > 10,33 \text{ mm} = f$$

Anexo 3. Diseño y cálculo de la Obra Civil en CYPE

1. Introducción

El objetivo de este estudio es el diseño y cálculo de la nave industrial, para ello se utiliza el programa CYPE Generador de pórticos y CYPE 3D. En este documento se explican las decisiones tomadas y los cálculos realizados durante el proceso.

Una vez elegido el emplazamiento se decide diseñar una nave industrial con las siguientes dimensiones que serán los datos de inicio del diseño:

- Luz de la nave: 50 m
- Profundidad de la nave: 60 m
- Debido a la actividad, que es el almacenamiento y reparación de vehículos y maquinas elevadoras, en esta construcción se desea tener dentro del establecimiento una altura de techo elevada.
- El establecimiento dispone de 3 puertas de 5x5 m y en el edificio de oficinas una de 3x2,5 m y otra de 1,8x2,5 m.

2. Generador de pórticos

En el Generador de pórticos se define el pórtico tipo y el programa calcula las acciones actuantes en cada uno de los pórticos de manera automática. Además, permite la definición y el cálculo de las correas de cubierta y laterales.

2.1. Datos geométricos del pórtico

El pórtico tipo que se define es a dos aguas, con la viga en celosía y con las siguientes dimensiones:

- Luz: 50 m
- Altura de los pilares: 12,5 m
- Altura de cumbrera 15 m
- Canto de la celosía: 3,6 m

Con estos datos cumplimos que la cumbrera tenga una pendiente igual o mayor del 10% y la celosía cumple la relación entre luz y canto que debe estar entre 1/12 y 1/14.

- Pendiente: 10%
- Relación: 0,072

2.2. Datos generales de la obra

Se definen 8 vanos para la nave industrial separados entre ellos 7,5 metros, así estableciendo una profundidad de 60 metros y dejando suficiente espacio para poder instalar puertas de 5 metros de ancho.

Se definen las diferentes cargas sobre la construcción (estas se especifican en el Anexo 1: Acciones en la edificación):

- **Peso del cerramiento de cubierta: 0,15 kN/m²**
Se trata de un panel tipo sándwich.

- **Sobrecarga de uso sobre cubierta: 0,40 kN/m²**
Se define mediante los valores de sobrecarga del CTE DBSE-A, se trata de una sobrecarga de tipo G1: "Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)".

- **Peso del cerramiento en los laterales: 0,15 kN/m²**
Se trata de un panel tipo sándwich.

- **Sobrecarga del viento.**
En este caso el programa sigue los parámetros indicados en el CTE DBSE-A.
Los datos a introducir son:
 - Zona eólica: A (Castellón de la plana)
 - Grado de aspereza: IV (Zona urbana, industrial o forestal)
 - Periodo de servicio: 50 años
 - Con huecos.

- **Sobrecarga de nieve.**
En este caso el programa sigue los parámetros indicados en el CTE DBSE-A.
Los datos a introducir son:
 - Zona: 5 (Castellón de la plana)
 - Altitud: 30 metros
 - Exposición al viento: Normal
 - Cubierta sin resaltos.

2.3. Dimensionamiento de correas

Se definen y calculan las correas de cubierta y las de los cerramientos laterales. El programa realiza las comprobaciones pertinentes de las correas en función de la configuración que se escoge.

Se pretende escoger las mismas correas para la cubierta y los laterales, los datos de cálculo que se definen son:

- Límite de flecha: $L/300$
Este está definido por el CTE DBSE 4.3.3.
- Número de vanos: 1
- Tipo de fijación: Fijación rígida.
Es la más utilizada en estos tipos de construcciones.

Una vez definidos estos datos se procede a seleccionar el perfil deseado y el material, en este caso se opta por un perfil de acero conformado rigidizado sección en C, se elige un tipo de acero S275.

El siguiente paso es pedir al programa que dimensione las correas, se elige un perfil que cumpla todas las comprobaciones y apliquen la mínima carga posible a la estructura, en este caso el elegido es un perfil CF-300x4.0 con las características mostradas en la imagen 9.

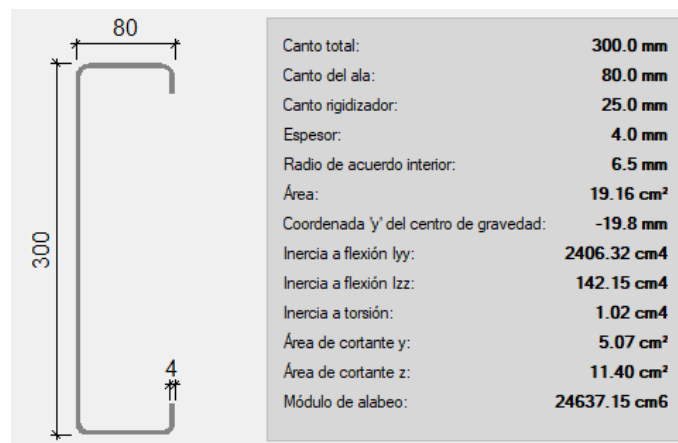


Imagen 17. Características de las correas de cubierta y laterales.

En el caso de la cubierta estas se colocan con una separación de 1,9 metros entre ellas y en los laterales a una separación de 2 metros.

Finalmente, el diseño de los pórticos se observa en la imagen 10.

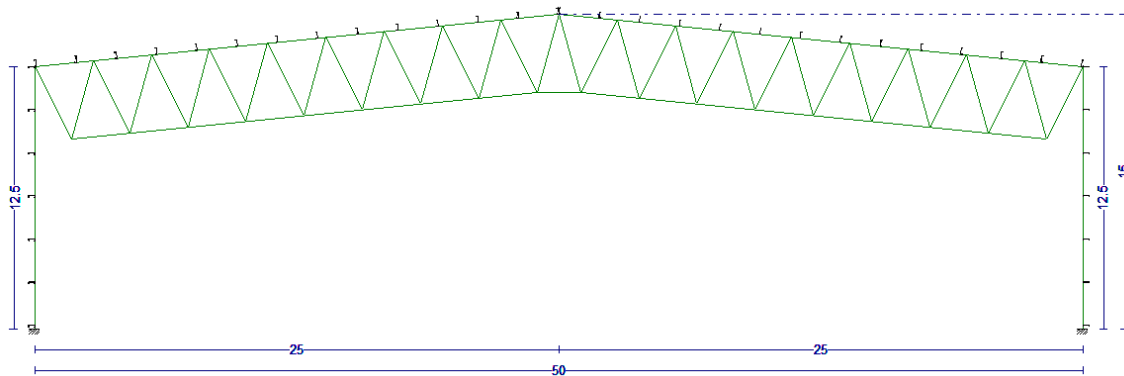


Imagen 18. Representación del pórtico tipo, cotas en metros.

2.4. Exportación a CYPE 3D

Una vez realizada la tarea en el Generador de pórticos se procede a exportar el archivo a CYPE 3D, para ellos se establecen unos parámetros:

- Pórticos biempotrados.
- No generar longitudes de pandeo.
- Generación pórticos 3D.
- No agrupar planos.

3. CYPE 3D

En el software de CYPE 3D se completa la estructura a estudiar, se define su geometría, se describen el tipo de barras de la construcción y se realiza el cálculo verificando que los perfiles seleccionados cumplen las comprobaciones de ELU y ELS.

3.1. Datos de obra

Una vez exportado es necesario definir en los datos de obra el material de construcción:

- Acero S275 para la estructura metálica.
- Los materiales utilizados en las cimentaciones son el hormigón HA-25 y el acero B 500 S para las barras.

También se define la normativa por la que se rigen los cálculos que son:

- Código Técnico de la Edificación (España).
- Instrucción Española del Hormigón Estructural.

Y por último se definen las acciones del terreno y la resistencia al fuego de la estructura:

- Situaciones persistentes: 0,200 MPa
- Situaciones sísmicas y accidentales: 0,300 MPa
- Resistencia al fuego: R30

3.2. Definición de la geometría completa

El programa ha realizado la exportación del archivo a CYPE 3D y el siguiente paso es completar el resto de la estructura manualmente:

- **Pórtico de fachada:** en el caso de estos pórticos no se desea que la jácena esté compuesta por una celosía, por lo que se eliminan las barras de las diagonales y el cordón inferior. A continuación, se introducen 5 pilares hastiales equidistantes separados a 8,333 metros, estos están articulados en la cabeza y empotrados en la parte inferior. Con el fin de reducir la esbeltez de los pilares se introduce una viga intermedia situada a 8,5 metros de altura del suelo, consiguiendo reducir la altura de los pilares, esta no recibe cargas aplicadas por el paño exterior.
- **Pórtico interior:** en los pórticos interiores se añaden barras en la cercha para unir el cordón inferior con los pilares, se debe articular todas las barras por sus dos extremos en la celosía.
- **Viga perimetral:** se añaden barras de unión entre los pórticos situadas en los nudos de unión de los pilares y jácenas, estas están articuladas en sus dos extremos y no reciben cargas aplicadas por el paño exterior.
- **Viga Contra Viento:** la viga contraviento es un sistema estructural contenido en la cubierta de la nave, se introducirá una VCV tipo Pratt. Para ello se introducen los montantes articulados en sus dos extremos y tensores que realizan la función de diagonales, no reciben cargas aplicadas por el paño exterior.
- **Viga intermedia:** tal y como se ha introducido una viga intermedia en los pórticos de fachada, esta también estará presente en los laterales de la nave a una altura de 8,5 metros, estas no reciben cargas aplicadas por el paño exterior.
- **Cruz de San Andrés:** para definir los arriostramientos se introducen barras que actúan como tensores, estas no reciben las cargas aplicadas por el paño exterior y están articuladas en sus dos extremos.
- **Edificio de oficinas:** para definir esta parte de la construcción se introducen vigas unidas a los pilares del pórtico de fachada y dos pórticos internos, estas están situadas a 3 metros para la primera planta y 6 metros para la segunda. Se completa el edificio introduciendo dos pilares en el interior de la nave, sus bases están empotradas al suelo. A estas barras no se les aplica las cargas del paño exterior.

El resultado final una vez acabado el proceso de definición geométrica se observa en las imágenes 11, 12 y 13 extraídas del programa.

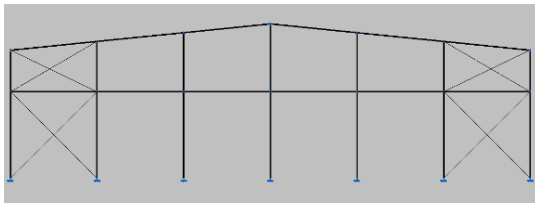


Imagen 19. Geometría pórtico fachada.

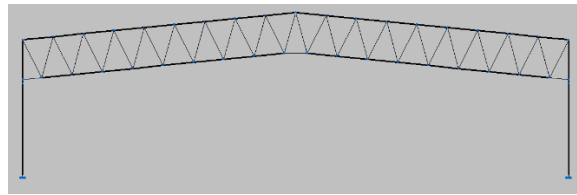


Imagen 20. Geometría pórtico interior.

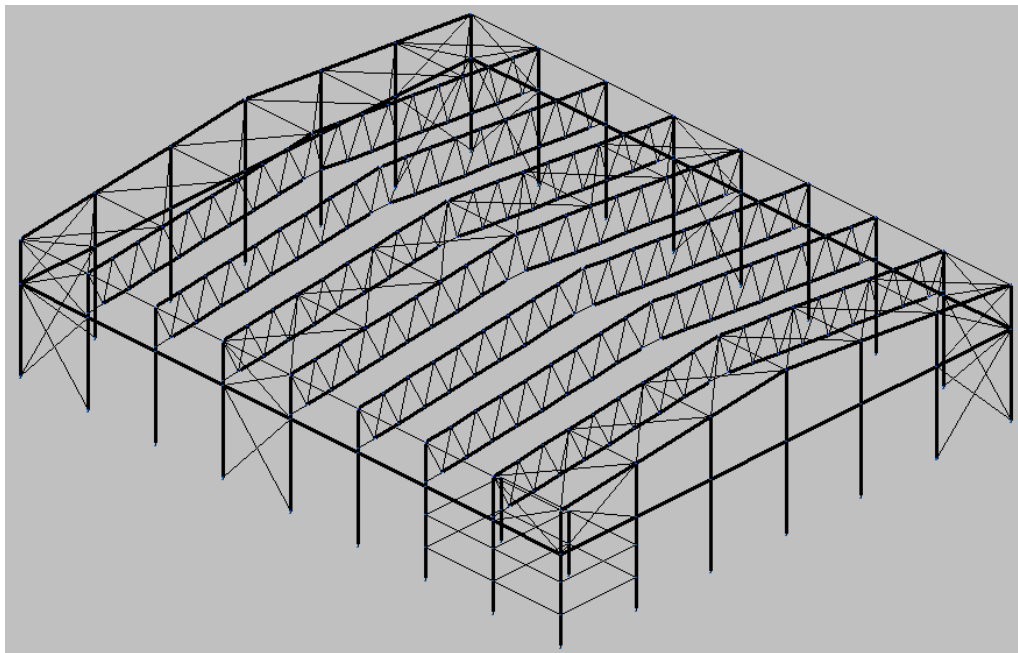


Imagen 21. Geometría nave 3D.

3.3. Descripción de las barras

Los perfiles utilizados se seleccionan con el objetivo de ser los óptimos para la resistencia que debe soportar la barra, estos van dispuestos en la dirección correcta para que puedan soportar las cargas de la manera más eficiente.

Los seleccionados para cada tipo de barra son los descritos en la tabla 18.

Tipo de barra	Perfil seleccionado
Pilares laterales	Acero laminado HEB
Pilares esquineros	Acero laminado HEB
Pilares de las oficinas	Acero laminado HEB
Pilares hastiales	Acero laminado HEB
Jácena de fachada	Acero laminado IPE
Cordón superior de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado

Cordón superior de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado
Diagonales de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado
Vigas de las oficinas	Acero laminado HEB
Viga perimetral	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado
Viga intermedia	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado
Montante VCV	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado
Diagonales VCV	Acero laminado redondo macizo R
Cruz de San Andrés	Acero laminado redondo macizo R

Tabla 18. Perfiles seleccionados para la estructura.

3.4. Coeficientes de pandeo

Una vez definidas las barras se define el coeficiente de pandeo para cada una, este juega un papel muy importante en el cálculo de la estructura ya que limita la capacidad resistente de la sección. Se rigen por los coeficientes β canónicos definidos por el programa o las longitudes de pandeo L_k . En la tabla 19 se describe el pandeo aplicado a cada tipo de barra.

Tipo de barra	Plano del pórtico	Plano perpendicular al plano de pórtico
Pilares laterales	Tramo superior: 1	$\beta = 1$
	Tramo inferior: $\beta = 1,4$	$\beta = 0,7$
Pilares esquineros	Tramo superior: $\beta = 0,7$	$\beta = 0,7$
	Tramo inferior: $\beta = 1$	$\beta = 1$
Pilares de las oficinas	$\beta = 0,7$	Se asigna el cálculo aproximado al programa.
Pilares hastiales	Tramo superior: $\beta = 1$	$\beta = 0,7$
	Tramo inferior: $\beta = 0,7$	$\beta = 0,7$
Jácena de fachada	$L_k = 8,333$ m	$\beta = 0$ (Pandeo impedido por las correas)
Cordón superior de la cercha	$\beta = 1$	$\beta = 0$ (Pandeo impedido por las correas)
Cordón superior de la cercha	$\beta = 1$	$\beta = 1$
Diagonales de la cercha	$\beta = 1$	$\beta = 1$
Vigas de las oficinas	$\beta = 1$	$\beta = 1$
Viga perimetral (Trabaja a tracción)	$\beta = 0$	$\beta = 0$
Viga intermedia	$\beta = 1$	$\beta = 1$
Montante VCV	$\beta = 1$	$\beta = 1$
Diagonales VCV (Trabaja a tracción)	$\beta = 0$	$\beta = 0$
Cruz de San Andrés (Trabaja a tracción)	$\beta = 0$	$\beta = 0$

Tabla 19. Coeficientes de pandeo de las barras de la estructura.

El pandeo lateral está impedido en todas las barras.

3.5. Flecha límite

Los valores de flecha límite están definidos por el CTE DB-SE 4.3.3 Deformaciones, este establece que:

- Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
 - a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
 - b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
 - c) 1/300 en el resto de los casos.

- Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales, tales como tabiques o fachadas rígidas, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome es menor de:
 - a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio;
 - b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

En este caso se consideran los valores observados en la tabla 20 para los elementos de la estructura.

Tipo de barra	Valor límite de la flecha activa relativa
Pilares laterales	L/250
Pilares esquineros	L/250
Pilares de las oficinas	L/250
Pilares hastiales	L/250
Jácena de fachada	L/300
Cordón superior de la cercha	L/300
Vigas de las oficinas	L/300

Tabla 20. Valor límite de la flecha activa relativa de los elementos de la estructura.

3.6. Cargas edificio de oficinas

Las cargas aplicadas en cada planta del edificio de oficinas no aparecen creadas por el Generador de pórticos, por eso se introduce un paño sobre cada planta en dirección de las placas alveolares como se observa en la imagen 14 y se introducen las hipótesis de cargas superficiales que inciden sobre estas:

- Sobrecarga de uso, tipo B: "Zonas administrativas". $B= 2 \text{ kN/m}^2$.
- Peso propio del forjado. $PP= 6,25 \text{ kN/m}^2$.

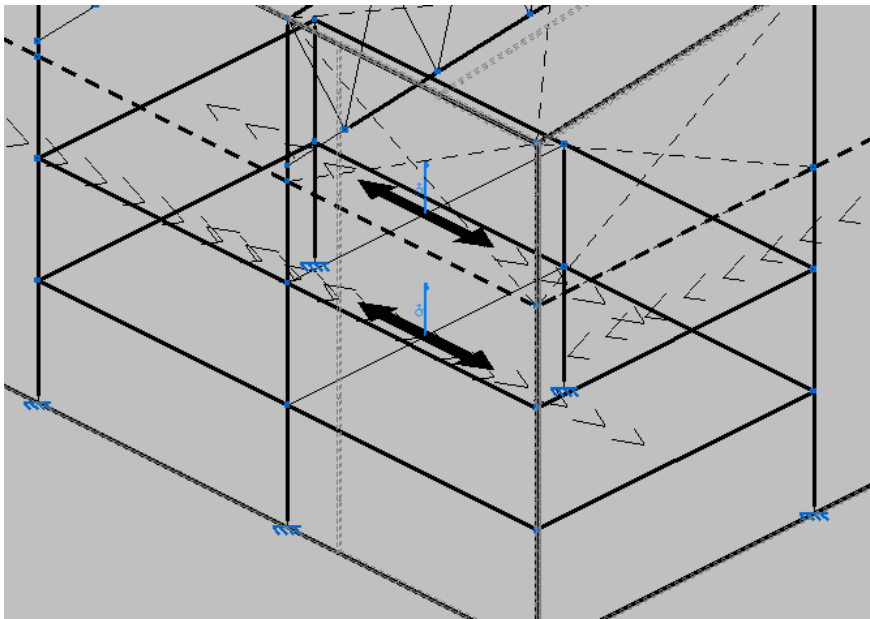


Imagen 22. Paños sobre las plantas de oficinas.

3.7. Análisis y cálculo de la estructura

Se procede al cálculo sin dimensionar perfiles y comprobando las barras, durante este proceso se seleccionan los perfiles óptimos para cada parte de la nave industrial, al final se obtienen las barras que cumplen todas las comprobaciones de ELS y ELU, siempre se intenta escoger el perfil con menos peso para reducir el coste en acero.

Se agrupan diferentes elementos de la estructura con el fin de que estos se diseñen con el mismo perfil, la distribución de los tipos de pilares y vigas del edificio de oficinas se observan en la imagen 15, a cada tipo se le asigna un color para facilitar la clasificación de cada uno:

- Pilares de oficinas Tipo 1: Rojo.
- Pilares de oficinas Tipo 2: Amarillo.
- Pilares de oficinas Tipo 3: Marrón.

- Pilar esquinero: Blanco.
- Vigas de oficinas Tipo 1: Azul.
- Vigas de oficinas Tipo 2: Verde.
- Vigas de oficinas Tipo 3: Morado.

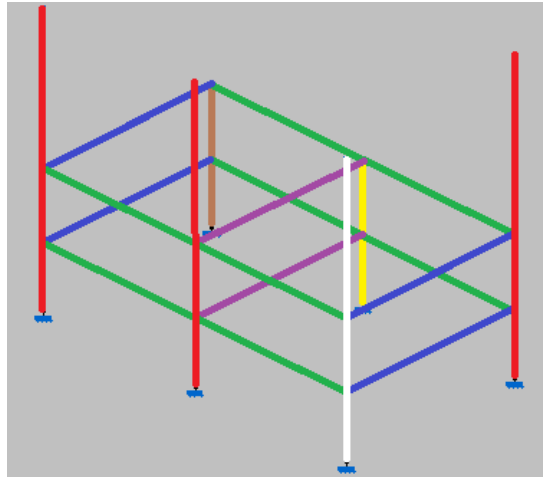


Imagen 23. Clasificación de los pilares y vigas del edificio de oficinas.

Finalmente se obtienen los resultados de cada barra, se comprueba que todas cumplan las comprobaciones de ELU, ELS y cumplan la flecha mínima asignada.

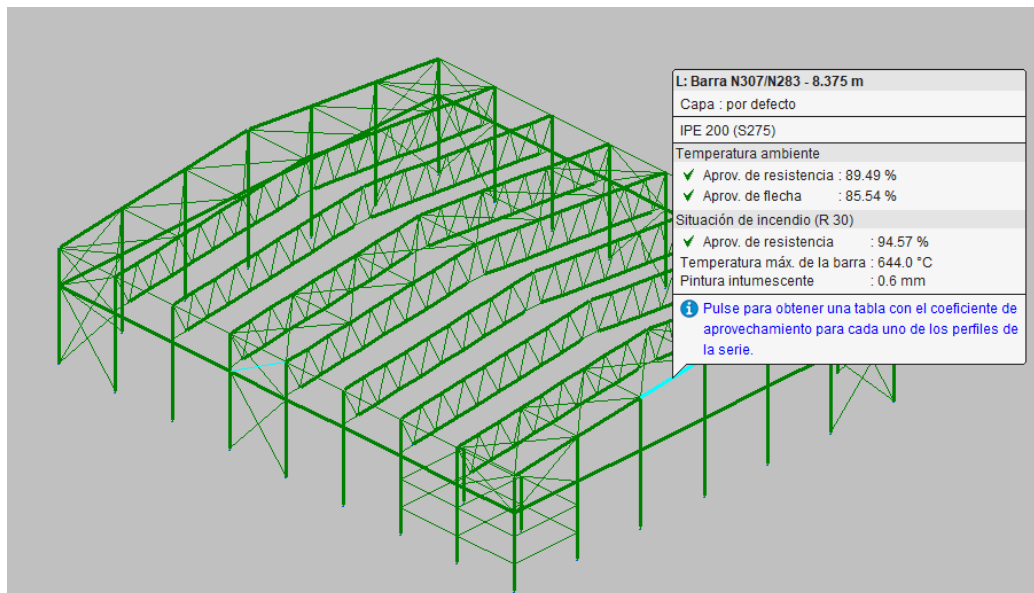


Imagen 24. Comprobaciones de los elementos de la estructura.

Una vez realizado el cálculo se obtienen diferentes perfiles para cada tipo de barra, en la tabla 21 se describe el perfil y en la tabla 22 se observa el resumen de medición realizado por CYPE.

Tipo de barra	Perfil seleccionado
Pilares laterales	Acero laminado HE 320 B
Pilares esquineros	Acero laminado HE 220 B
Pilares de las oficinas Tipo 1	Acero laminado HE 320 B
Pilares de las oficinas Tipo 2	Acero laminado HE 400 B
Pilares de las oficinas Tipo 3	Acero laminado HE 280 B
Pilares hastiales	Acero laminado HE 320 B
Jácena de fachada	Acero laminado IPE 200
Cordón superior de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #170x6
Cordón inferior de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #160x6
Diagonales de la cercha	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #120x4
Vigas de las oficinas Tipo 1	Acero laminado HE 280 B
Vigas de las oficinas Tipo 2	Acero laminado HE 180 B
Vigas de las oficinas Tipo 3	Acero laminado HE 360 B
Viga perimetral	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #55x4
Viga intermedia	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #140x5
Montante VCV	Cajón cuadrado conformado hueco cuadrado #140x5
Diagonales VCV	Acero laminado redondo macizo R 35
Cruz de San Andrés	Acero laminado redondo macizo R 40

Tabla 21. Resultado de los perfiles seleccionados para la estructura.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 320 B	315.000	487.000		5.081	6.864		39885.46	53884.52	
			HE 220 B	50.000			0.455			3571.75		
			HE 280 B	39.333			0.517			4057.19		
			HE 180 B	60.000			0.392			3075.63		
			HE 360 B	16.667			0.301			2362.85		
			HE 400 B	6.000			0.119			931.64		
		Huecos cuadrados	#170x6	351.746	2128.923		1.340	5.305		10518.77		
			#160x6	351.674			1.255			9854.07		
			#120x4	973.004			1.751			13746.81		
			#55x4	120.000			0.091			715.71		
			#140x5	332.500			0.867			6806.56		
		IPE	IPE 200	100.499	100.499		0.286	0.286		2248.41		
		R	R 35	404.722			0.389			3056.70		
		R	R 40	359.944			0.452			3550.70		
				764.666		0.842		6607.40				
					3481.088		13.297		104382.24			

Tabla 22. Resumen de medición de la estructura, CYPE 3D.

3.8. Placas de anclaje

Una vez definidas y calculadas todas las barras de la estructura se procede a crear las placas de anclaje de los nudos que corresponden a los empotramientos de los pilares al suelo.

Las principales características por destacar de estas placas es que se han elegido pernos roscados en vez de soldados, con el objetivo de poder regular la altura de cada pilar. También se han seleccionado patillas a 90°. Todas las características de estas placas de anclaje se resumen en la tabla 23 y se detallan en este anexo en el apartado de listados 4.21. y en el Documento 6: Planos. Plano 13.

Tipo de anclaje	Pernos	Dimensiones placa base (mm)
Tipo 1	8 pernos ϕ 32	650x700x30
Tipo 2	8 pernos ϕ 25	500x550x25
Tipo 3	8 pernos ϕ 20	500x500x25
Tipo 4	8 pernos ϕ 25	500x600x22
Tipo 5	8 pernos ϕ 16	350x350x15
Tipo 6	8 pernos ϕ 32	650x700x35
Tipo 7	8 pernos ϕ 20	500x500x30

Tabla 23. Resumen de las placas de anclaje

En la imagen 17 se detallan los grupos en los que se distribuyen estas uniones.

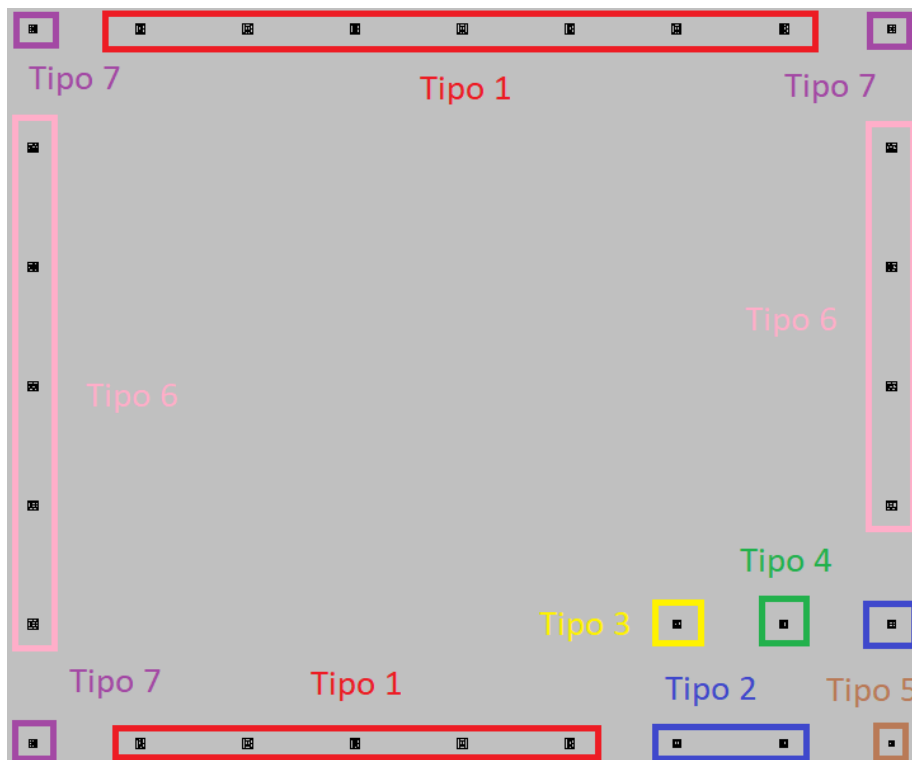


Imagen 25. Clasificación de los tipos de placas de anclaje.

3.9. Cimentación

El último paso en el diseño de la estructura en CYPE 3D es dimensionar y calcular la cimentación de la nave industrial, para este edificio se eligen zapatas y vigas de atado de hormigón armado.

Las principales características por destacar es que se ha establecido una capa de hormigón de limpieza de 10 centímetros, se diseñan zapatas de un solo arranque centradas excepto en los pilares laterales que se son zapatas rectangulares excéntricas, el crecimiento a la hora de dimensionar las zapatas laterales se define preferentemente a lo largo del eje Y.

Las características de los elementos de cimentación se pueden observar en el listado 4.23 de este anexo, en el Documento 6: Planos. Planos 14, 15 y 16 y un resumen en la tabla 24.

Dimensiones de zapatas	Canto	Armado inf. X	Armado inf. X	Armado sup. X	Armado sup. Y
395x395	90	16Ø16c/24	16Ø16c/24	16Ø16c/24	16Ø16c/24
255x465	200	17Ø25c/27	9Ø25c/27	17Ø25c/27	9Ø25c/27
235x465	200	17Ø25c/27	8Ø25c/27	17Ø25c/27	8Ø25c/27
280x540	245	24Ø25c/22	12Ø25c/22	24Ø25c/22	12Ø25c/22
175x175	65	9Ø12c/19	9Ø12c/19	9Ø12c/19	9Ø12c/19
420x420	90	17Ø16c/24	17Ø16c/24	17Ø16c/24	17Ø16c/24
225x225	75	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29
240x240	70	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17	13Ø12c/17
200x200	65	10Ø12c/19	10Ø12c/19	10Ø12c/19	10Ø12c/19
Dimensiones de vigas de atado (cm)	Armado sup.	Armado inf.	Estribos		
40x40	2Ø12	2Ø12	1xØ8c/30		

Tabla 24. Resumen de los elementos de cimentación.

En la imagen 18 se observa el resultado de las zapatas y vigas de atado obtenidas.

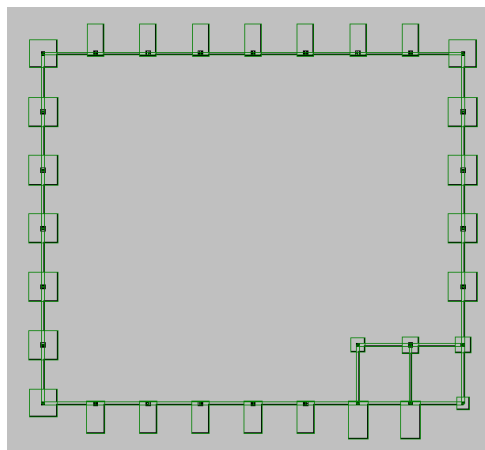


Imagen 26. Cimentación de la estructura, cumpliendo todas las comprobaciones.

4. Listados y comprobaciones

4.1. Datos generales de la obra

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categorías de uso

B. Zonas administrativas

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

1.2. Estados límite

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

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

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

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

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

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

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

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

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

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

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

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

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

1.2.2. Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

- PP Peso propio
 B (B) B (Uso B. Zonas administrativas)
 Q (G1) Sobrecarga de uso (Uso G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables)
 V(0°) H1 Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Presión interior
 V(0°) H2 Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior
 V(0°) H3 Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Presión interior
 V(0°) H4 Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior
 V(90°) H1 Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior
 V(90°) H2 Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
 V(180°) H1 Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior
 V(180°) H2 Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior
 V(180°) H3 Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior
 V(180°) H4 Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior
 V(270°) H1 Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior
 V(270°) H2 Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior
 N(EI) Nieve (estado inicial)
 N(R) 1 Nieve (redistribución) 1
 N(R) 2 Nieve (redistribución) 2

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

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000																	
2	1.600																	
3	1.000	1.600																
4	1.600	1.600																
5	1.000			1.600														
6	1.600			1.600														
7	1.000	1.120		1.600														
8	1.600	1.120		1.600														
9	1.000	1.600		0.960														
10	1.600	1.600		0.960														

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
11	1.000				1.600													
12	1.600				1.600													
13	1.000	1.120			1.600													
14	1.600	1.120			1.600													
15	1.000	1.600			0.960													
16	1.600	1.600			0.960													
17	1.000					1.600												
18	1.600					1.600												
19	1.000	1.120			1.600													
20	1.600	1.120			1.600													
21	1.000	1.600			0.960													
22	1.600	1.600			0.960													
23	1.000						1.600											
24	1.600						1.600											
25	1.000	1.120					1.600											
26	1.600	1.120					1.600											
27	1.000	1.600					0.960											
28	1.600	1.600					0.960											
29	1.000							1.600										
30	1.600							1.600										
31	1.000	1.120						1.600										
32	1.600	1.120						1.600										
33	1.000	1.600						0.960										
34	1.600	1.600						0.960										
35	1.000								1.600									
36	1.600								1.600									
37	1.000	1.120							1.600									
38	1.600	1.120							1.600									
39	1.000	1.600							0.960									
40	1.600	1.600							0.960									
41	1.000									1.600								
42	1.600									1.600								
43	1.000	1.120								1.600								
44	1.600	1.120								1.600								
45	1.000	1.600								0.960								
46	1.600	1.600								0.960								
47	1.000										1.600							
48	1.600										1.600							
49	1.000	1.120									1.600							
50	1.600	1.120									1.600							
51	1.000	1.600									0.960							
52	1.600	1.600									0.960							
53	1.000											1.600						
54	1.600											1.600						
55	1.000	1.120										1.600						

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
56	1.600	1.120										1.600						
57	1.000	1.600										0.960						
58	1.600	1.600										0.960						
59	1.000												1.600					
60	1.600												1.600					
61	1.000	1.120											1.600					
62	1.600	1.120											1.600					
63	1.000	1.600											0.960					
64	1.600	1.600											0.960					
65	1.000													1.600				
66	1.600													1.600				
67	1.000	1.120												1.600				
68	1.600	1.120												1.600				
69	1.000	1.600												0.960				
70	1.600	1.600												0.960				
71	1.000														1.600			
72	1.600														1.600			
73	1.000	1.120													1.600			
74	1.600	1.120													1.600			
75	1.000	1.600													0.960			
76	1.600	1.600													0.960			
77	1.000															1.600		
78	1.600															1.600		
79	1.000	1.120														1.600		
80	1.600	1.120														1.600		
81	1.000			0.960												1.600		
82	1.600			0.960												1.600		
83	1.000	1.120		0.960												1.600		
84	1.600	1.120		0.960												1.600		
85	1.000				0.960											1.600		
86	1.600				0.960											1.600		
87	1.000	1.120			0.960											1.600		
88	1.600	1.120			0.960											1.600		
89	1.000					0.960										1.600		
90	1.600					0.960										1.600		
91	1.000	1.120				0.960										1.600		
92	1.600	1.120				0.960										1.600		
93	1.000						0.960									1.600		
94	1.600						0.960									1.600		
95	1.000	1.120					0.960									1.600		
96	1.600	1.120					0.960									1.600		
97	1.000							0.960								1.600		
98	1.600							0.960								1.600		
99	1.000	1.120						0.960								1.600		
100	1.600	1.120						0.960								1.600		

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
101	1.000								0.960							1.600		
102	1.600								0.960							1.600		
103	1.000	1.120							0.960							1.600		
104	1.600	1.120							0.960							1.600		
105	1.000									0.960						1.600		
106	1.600									0.960						1.600		
107	1.000	1.120								0.960						1.600		
108	1.600	1.120								0.960						1.600		
109	1.000										0.960					1.600		
110	1.600										0.960					1.600		
111	1.000	1.120									0.960					1.600		
112	1.600	1.120									0.960					1.600		
113	1.000											0.960				1.600		
114	1.600											0.960				1.600		
115	1.000	1.120										0.960				1.600		
116	1.600	1.120										0.960				1.600		
117	1.000												0.960			1.600		
118	1.600												0.960			1.600		
119	1.000	1.120											0.960			1.600		
120	1.600	1.120											0.960			1.600		
121	1.000													0.960		1.600		
122	1.600													0.960		1.600		
123	1.000	1.120												0.960		1.600		
124	1.600	1.120												0.960		1.600		
125	1.000														0.960	1.600		
126	1.600														0.960	1.600		
127	1.000	1.120													0.960	1.600		
128	1.600	1.120													0.960	1.600		
129	1.000	1.600														0.800		
130	1.600	1.600														0.800		
131	1.000			1.600												0.800		
132	1.600			1.600												0.800		
133	1.000	1.120		1.600												0.800		
134	1.600	1.120		1.600												0.800		
135	1.000	1.600		0.960												0.800		
136	1.600	1.600		0.960												0.800		
137	1.000				1.600											0.800		
138	1.600				1.600											0.800		
139	1.000	1.120			1.600											0.800		
140	1.600	1.120			1.600											0.800		
141	1.000	1.600			0.960											0.800		
142	1.600	1.600			0.960											0.800		
143	1.000					1.600										0.800		
144	1.600					1.600										0.800		
145	1.000	1.120				1.600										0.800		

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
146	1.600	1.120				1.600										0.800		
147	1.000	1.600				0.960										0.800		
148	1.600	1.600				0.960										0.800		
149	1.000						1.600									0.800		
150	1.600						1.600									0.800		
151	1.000	1.120					1.600									0.800		
152	1.600	1.120					1.600									0.800		
153	1.000	1.600					0.960									0.800		
154	1.600	1.600					0.960									0.800		
155	1.000							1.600								0.800		
156	1.600							1.600								0.800		
157	1.000	1.120						1.600								0.800		
158	1.600	1.120						1.600								0.800		
159	1.000	1.600						0.960								0.800		
160	1.600	1.600						0.960								0.800		
161	1.000								1.600							0.800		
162	1.600								1.600							0.800		
163	1.000	1.120							1.600							0.800		
164	1.600	1.120							1.600							0.800		
165	1.000	1.600							0.960							0.800		
166	1.600	1.600							0.960							0.800		
167	1.000									1.600						0.800		
168	1.600									1.600						0.800		
169	1.000	1.120								1.600						0.800		
170	1.600	1.120								1.600						0.800		
171	1.000	1.600								0.960						0.800		
172	1.600	1.600								0.960						0.800		
173	1.000										1.600					0.800		
174	1.600										1.600					0.800		
175	1.000	1.120									1.600					0.800		
176	1.600	1.120									1.600					0.800		
177	1.000	1.600									0.960					0.800		
178	1.600	1.600									0.960					0.800		
179	1.000											1.600				0.800		
180	1.600											1.600				0.800		
181	1.000	1.120										1.600				0.800		
182	1.600	1.120										1.600				0.800		
183	1.000	1.600										0.960				0.800		
184	1.600	1.600										0.960				0.800		
185	1.000												1.600			0.800		
186	1.600												1.600			0.800		
187	1.000	1.120											1.600			0.800		
188	1.600	1.120											1.600			0.800		
189	1.000	1.600											0.960			0.800		
190	1.600	1.600											0.960			0.800		

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
191	1.000													1.600		0.800		
192	1.600													1.600		0.800		
193	1.000	1.120												1.600		0.800		
194	1.600	1.120												1.600		0.800		
195	1.000	1.600												0.960		0.800		
196	1.600	1.600												0.960		0.800		
197	1.000														1.600	0.800		
198	1.600														1.600	0.800		
199	1.000	1.120													1.600	0.800		
200	1.600	1.120													1.600	0.800		
201	1.000	1.600													0.960	0.800		
202	1.600	1.600													0.960	0.800		
203	1.000																1.600	
204	1.600																1.600	
205	1.000	1.120															1.600	
206	1.600	1.120															1.600	
207	1.000			0.960													1.600	
208	1.600			0.960													1.600	
209	1.000	1.120		0.960													1.600	
210	1.600	1.120		0.960													1.600	
211	1.000				0.960												1.600	
212	1.600				0.960												1.600	
213	1.000	1.120			0.960												1.600	
214	1.600	1.120			0.960												1.600	
215	1.000					0.960											1.600	
216	1.600					0.960											1.600	
217	1.000	1.120				0.960											1.600	
218	1.600	1.120				0.960											1.600	
219	1.000						0.960										1.600	
220	1.600						0.960										1.600	
221	1.000	1.120					0.960										1.600	
222	1.600	1.120					0.960										1.600	
223	1.000							0.960									1.600	
224	1.600							0.960									1.600	
225	1.000	1.120						0.960									1.600	
226	1.600	1.120						0.960									1.600	
227	1.000								0.960								1.600	
228	1.600								0.960								1.600	
229	1.000	1.120							0.960								1.600	
230	1.600	1.120							0.960								1.600	
231	1.000									0.960							1.600	
232	1.600									0.960							1.600	
233	1.000	1.120								0.960							1.600	
234	1.600	1.120								0.960							1.600	
235	1.000										0.960						1.600	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
236	1.600										0.960						1.600	
237	1.000	1.120									0.960						1.600	
238	1.600	1.120									0.960						1.600	
239	1.000											0.960					1.600	
240	1.600											0.960					1.600	
241	1.000	1.120										0.960					1.600	
242	1.600	1.120										0.960					1.600	
243	1.000												0.960				1.600	
244	1.600												0.960				1.600	
245	1.000	1.120											0.960				1.600	
246	1.600	1.120											0.960				1.600	
247	1.000													0.960			1.600	
248	1.600													0.960			1.600	
249	1.000	1.120												0.960			1.600	
250	1.600	1.120												0.960			1.600	
251	1.000														0.960		1.600	
252	1.600														0.960		1.600	
253	1.000	1.120													0.960		1.600	
254	1.600	1.120													0.960		1.600	
255	1.000	1.600															0.800	
256	1.600	1.600															0.800	
257	1.000			1.600													0.800	
258	1.600			1.600													0.800	
259	1.000	1.120		1.600													0.800	
260	1.600	1.120		1.600													0.800	
261	1.000	1.600		0.960													0.800	
262	1.600	1.600		0.960													0.800	
263	1.000				1.600												0.800	
264	1.600				1.600												0.800	
265	1.000	1.120			1.600												0.800	
266	1.600	1.120			1.600												0.800	
267	1.000	1.600			0.960												0.800	
268	1.600	1.600			0.960												0.800	
269	1.000					1.600											0.800	
270	1.600					1.600											0.800	
271	1.000	1.120				1.600											0.800	
272	1.600	1.120				1.600											0.800	
273	1.000	1.600				0.960											0.800	
274	1.600	1.600				0.960											0.800	
275	1.000						1.600										0.800	
276	1.600						1.600										0.800	
277	1.000	1.120					1.600										0.800	
278	1.600	1.120					1.600										0.800	
279	1.000	1.600					0.960										0.800	
280	1.600	1.600					0.960										0.800	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
281	1.000							1.600									0.800	
282	1.600							1.600									0.800	
283	1.000	1.120						1.600									0.800	
284	1.600	1.120						1.600									0.800	
285	1.000	1.600						0.960									0.800	
286	1.600	1.600						0.960									0.800	
287	1.000								1.600								0.800	
288	1.600								1.600								0.800	
289	1.000	1.120							1.600								0.800	
290	1.600	1.120							1.600								0.800	
291	1.000	1.600							0.960								0.800	
292	1.600	1.600							0.960								0.800	
293	1.000									1.600							0.800	
294	1.600									1.600							0.800	
295	1.000	1.120								1.600							0.800	
296	1.600	1.120								1.600							0.800	
297	1.000	1.600								0.960							0.800	
298	1.600	1.600								0.960							0.800	
299	1.000										1.600						0.800	
300	1.600										1.600						0.800	
301	1.000	1.120									1.600						0.800	
302	1.600	1.120									1.600						0.800	
303	1.000	1.600									0.960						0.800	
304	1.600	1.600									0.960						0.800	
305	1.000											1.600					0.800	
306	1.600											1.600					0.800	
307	1.000	1.120										1.600					0.800	
308	1.600	1.120										1.600					0.800	
309	1.000	1.600										0.960					0.800	
310	1.600	1.600										0.960					0.800	
311	1.000												1.600				0.800	
312	1.600												1.600				0.800	
313	1.000	1.120											1.600				0.800	
314	1.600	1.120											1.600				0.800	
315	1.000	1.600											0.960				0.800	
316	1.600	1.600											0.960				0.800	
317	1.000													1.600			0.800	
318	1.600													1.600			0.800	
319	1.000	1.120												1.600			0.800	
320	1.600	1.120												1.600			0.800	
321	1.000	1.600												0.960			0.800	
322	1.600	1.600												0.960			0.800	
323	1.000														1.600		0.800	
324	1.600														1.600		0.800	
325	1.000	1.120													1.600		0.800	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
326	1.600	1.120													1.600		0.800	
327	1.000	1.600													0.960		0.800	
328	1.600	1.600													0.960		0.800	
329	1.000																	1.600
330	1.600																	1.600
331	1.000	1.120																1.600
332	1.600	1.120																1.600
333	1.000			0.960														1.600
334	1.600			0.960														1.600
335	1.000	1.120		0.960														1.600
336	1.600	1.120		0.960														1.600
337	1.000				0.960													1.600
338	1.600				0.960													1.600
339	1.000	1.120			0.960													1.600
340	1.600	1.120			0.960													1.600
341	1.000					0.960												1.600
342	1.600					0.960												1.600
343	1.000	1.120				0.960												1.600
344	1.600	1.120				0.960												1.600
345	1.000						0.960											1.600
346	1.600						0.960											1.600
347	1.000	1.120					0.960											1.600
348	1.600	1.120					0.960											1.600
349	1.000							0.960										1.600
350	1.600							0.960										1.600
351	1.000	1.120						0.960										1.600
352	1.600	1.120						0.960										1.600
353	1.000								0.960									1.600
354	1.600								0.960									1.600
355	1.000	1.120							0.960									1.600
356	1.600	1.120							0.960									1.600
357	1.000									0.960								1.600
358	1.600									0.960								1.600
359	1.000	1.120								0.960								1.600
360	1.600	1.120								0.960								1.600
361	1.000										0.960							1.600
362	1.600										0.960							1.600
363	1.000	1.120									0.960							1.600
364	1.600	1.120									0.960							1.600
365	1.000											0.960						1.600
366	1.600											0.960						1.600
367	1.000	1.120										0.960						1.600
368	1.600	1.120										0.960						1.600
369	1.000												0.960					1.600
370	1.600												0.960					1.600

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
371	1.000	1.120											0.960					1.600
372	1.600	1.120											0.960					1.600
373	1.000													0.960				1.600
374	1.600													0.960				1.600
375	1.000	1.120												0.960				1.600
376	1.600	1.120												0.960				1.600
377	1.000														0.960			1.600
378	1.600														0.960			1.600
379	1.000	1.120													0.960			1.600
380	1.600	1.120													0.960			1.600
381	1.000	1.600																0.800
382	1.600	1.600																0.800
383	1.000			1.600														0.800
384	1.600			1.600														0.800
385	1.000	1.120		1.600														0.800
386	1.600	1.120		1.600														0.800
387	1.000	1.600		0.960														0.800
388	1.600	1.600		0.960														0.800
389	1.000				1.600													0.800
390	1.600				1.600													0.800
391	1.000	1.120			1.600													0.800
392	1.600	1.120			1.600													0.800
393	1.000	1.600			0.960													0.800
394	1.600	1.600			0.960													0.800
395	1.000					1.600												0.800
396	1.600					1.600												0.800
397	1.000	1.120				1.600												0.800
398	1.600	1.120				1.600												0.800
399	1.000	1.600				0.960												0.800
400	1.600	1.600				0.960												0.800
401	1.000						1.600											0.800
402	1.600						1.600											0.800
403	1.000	1.120					1.600											0.800
404	1.600	1.120					1.600											0.800
405	1.000	1.600					0.960											0.800
406	1.600	1.600					0.960											0.800
407	1.000							1.600										0.800
408	1.600							1.600										0.800
409	1.000	1.120						1.600										0.800
410	1.600	1.120						1.600										0.800
411	1.000	1.600						0.960										0.800
412	1.600	1.600						0.960										0.800
413	1.000								1.600									0.800
414	1.600								1.600									0.800
415	1.000	1.120							1.600									0.800

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
416	1.600	1.120							1.600									0.800
417	1.000	1.600							0.960									0.800
418	1.600	1.600							0.960									0.800
419	1.000								1.600									0.800
420	1.600								1.600									0.800
421	1.000	1.120							1.600									0.800
422	1.600	1.120							1.600									0.800
423	1.000	1.600							0.960									0.800
424	1.600	1.600							0.960									0.800
425	1.000									1.600								0.800
426	1.600									1.600								0.800
427	1.000	1.120								1.600								0.800
428	1.600	1.120								1.600								0.800
429	1.000	1.600								0.960								0.800
430	1.600	1.600								0.960								0.800
431	1.000										1.600							0.800
432	1.600										1.600							0.800
433	1.000	1.120									1.600							0.800
434	1.600	1.120									1.600							0.800
435	1.000	1.600									0.960							0.800
436	1.600	1.600									0.960							0.800
437	1.000											1.600						0.800
438	1.600											1.600						0.800
439	1.000	1.120										1.600						0.800
440	1.600	1.120										1.600						0.800
441	1.000	1.600										0.960						0.800
442	1.600	1.600										0.960						0.800
443	1.000												1.600					0.800
444	1.600												1.600					0.800
445	1.000	1.120											1.600					0.800
446	1.600	1.120											1.600					0.800
447	1.000	1.600											0.960					0.800
448	1.600	1.600											0.960					0.800
449	1.000													1.600				0.800
450	1.600													1.600				0.800
451	1.000	1.120												1.600				0.800
452	1.600	1.120												1.600				0.800
453	1.000	1.600												0.960				0.800
454	1.600	1.600												0.960				0.800
455	1.000		1.600															
456	1.600		1.600															

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Com b.	pp	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	0.800																	
2	1.350																	
3	0.800	1.500																
4	1.350	1.500																
5	0.800			1.500														
6	1.350			1.500														
7	0.800	1.050		1.500														
8	1.350	1.050		1.500														
9	0.800	1.500		0.900														
10	1.350	1.500		0.900														
11	0.800				1.500													
12	1.350				1.500													
13	0.800	1.050			1.500													
14	1.350	1.050			1.500													
15	0.800	1.500			0.900													
16	1.350	1.500			0.900													
17	0.800					1.500												
18	1.350					1.500												
19	0.800	1.050				1.500												
20	1.350	1.050				1.500												
21	0.800	1.500				0.900												
22	1.350	1.500				0.900												
23	0.800						1.500											
24	1.350						1.500											
25	0.800	1.050					1.500											
26	1.350	1.050					1.500											
27	0.800	1.500					0.900											
28	1.350	1.500					0.900											
29	0.800							1.500										
30	1.350							1.500										
31	0.800	1.050						1.500										
32	1.350	1.050						1.500										
33	0.800	1.500						0.900										
34	1.350	1.500						0.900										
35	0.800								1.500									
36	1.350								1.500									
37	0.800	1.050							1.500									
38	1.350	1.050							1.500									
39	0.800	1.500							0.900									
40	1.350	1.500							0.900									
41	0.800									1.500								

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
42	1.350									1.500								
43	0.800	1.050								1.500								
44	1.350	1.050								1.500								
45	0.800	1.500								0.900								
46	1.350	1.500								0.900								
47	0.800										1.500							
48	1.350										1.500							
49	0.800	1.050									1.500							
50	1.350	1.050									1.500							
51	0.800	1.500									0.900							
52	1.350	1.500									0.900							
53	0.800											1.500						
54	1.350											1.500						
55	0.800	1.050										1.500						
56	1.350	1.050										1.500						
57	0.800	1.500										0.900						
58	1.350	1.500										0.900						
59	0.800												1.500					
60	1.350												1.500					
61	0.800	1.050											1.500					
62	1.350	1.050											1.500					
63	0.800	1.500											0.900					
64	1.350	1.500											0.900					
65	0.800													1.500				
66	1.350													1.500				
67	0.800	1.050												1.500				
68	1.350	1.050												1.500				
69	0.800	1.500												0.900				
70	1.350	1.500												0.900				
71	0.800														1.500			
72	1.350														1.500			
73	0.800	1.050													1.500			
74	1.350	1.050													1.500			
75	0.800	1.500													0.900			
76	1.350	1.500													0.900			
77	0.800															1.500		
78	1.350															1.500		
79	0.800	1.050														1.500		
80	1.350	1.050														1.500		
81	0.800			0.900													1.500	
82	1.350			0.900													1.500	
83	0.800	1.050		0.900													1.500	
84	1.350	1.050		0.900													1.500	
85	0.800				0.900												1.500	
86	1.350				0.900												1.500	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
87	0.800	1.050			0.900											1.500		
88	1.350	1.050			0.900											1.500		
89	0.800					0.900										1.500		
90	1.350					0.900										1.500		
91	0.800	1.050				0.900										1.500		
92	1.350	1.050				0.900										1.500		
93	0.800						0.900									1.500		
94	1.350						0.900									1.500		
95	0.800	1.050					0.900									1.500		
96	1.350	1.050					0.900									1.500		
97	0.800							0.900								1.500		
98	1.350							0.900								1.500		
99	0.800	1.050						0.900								1.500		
100	1.350	1.050						0.900								1.500		
101	0.800								0.900							1.500		
102	1.350								0.900							1.500		
103	0.800	1.050							0.900							1.500		
104	1.350	1.050							0.900							1.500		
105	0.800									0.900						1.500		
106	1.350									0.900						1.500		
107	0.800	1.050								0.900						1.500		
108	1.350	1.050								0.900						1.500		
109	0.800										0.900					1.500		
110	1.350										0.900					1.500		
111	0.800	1.050									0.900					1.500		
112	1.350	1.050									0.900					1.500		
113	0.800											0.900				1.500		
114	1.350											0.900				1.500		
115	0.800	1.050										0.900				1.500		
116	1.350	1.050										0.900				1.500		
117	0.800												0.900			1.500		
118	1.350												0.900			1.500		
119	0.800	1.050											0.900			1.500		
120	1.350	1.050											0.900			1.500		
121	0.800													0.900		1.500		
122	1.350													0.900		1.500		
123	0.800	1.050												0.900		1.500		
124	1.350	1.050												0.900		1.500		
125	0.800														0.900	1.500		
126	1.350														0.900	1.500		
127	0.800	1.050													0.900	1.500		
128	1.350	1.050													0.900	1.500		
129	0.800	1.500														0.750		
130	1.350	1.500														0.750		
131	0.800			1.500												0.750		

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
132	1.350			1.500												0.750		
133	0.800	1.050		1.500												0.750		
134	1.350	1.050		1.500												0.750		
135	0.800	1.500		0.900												0.750		
136	1.350	1.500		0.900												0.750		
137	0.800				1.500											0.750		
138	1.350				1.500											0.750		
139	0.800	1.050			1.500											0.750		
140	1.350	1.050			1.500											0.750		
141	0.800	1.500			0.900											0.750		
142	1.350	1.500			0.900											0.750		
143	0.800					1.500										0.750		
144	1.350					1.500										0.750		
145	0.800	1.050				1.500										0.750		
146	1.350	1.050				1.500										0.750		
147	0.800	1.500				0.900										0.750		
148	1.350	1.500				0.900										0.750		
149	0.800						1.500									0.750		
150	1.350						1.500									0.750		
151	0.800	1.050					1.500									0.750		
152	1.350	1.050					1.500									0.750		
153	0.800	1.500					0.900									0.750		
154	1.350	1.500					0.900									0.750		
155	0.800							1.500								0.750		
156	1.350							1.500								0.750		
157	0.800	1.050						1.500								0.750		
158	1.350	1.050						1.500								0.750		
159	0.800	1.500						0.900								0.750		
160	1.350	1.500						0.900								0.750		
161	0.800								1.500							0.750		
162	1.350								1.500							0.750		
163	0.800	1.050							1.500							0.750		
164	1.350	1.050							1.500							0.750		
165	0.800	1.500							0.900							0.750		
166	1.350	1.500							0.900							0.750		
167	0.800									1.500						0.750		
168	1.350									1.500						0.750		
169	0.800	1.050								1.500						0.750		
170	1.350	1.050								1.500						0.750		
171	0.800	1.500								0.900						0.750		
172	1.350	1.500								0.900						0.750		
173	0.800										1.500					0.750		
174	1.350										1.500					0.750		
175	0.800	1.050									1.500					0.750		
176	1.350	1.050									1.500					0.750		

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
177	0.800	1.500									0.900					0.750		
178	1.350	1.500									0.900					0.750		
179	0.800											1.500				0.750		
180	1.350											1.500				0.750		
181	0.800	1.050										1.500				0.750		
182	1.350	1.050										1.500				0.750		
183	0.800	1.500										0.900				0.750		
184	1.350	1.500										0.900				0.750		
185	0.800												1.500			0.750		
186	1.350												1.500			0.750		
187	0.800	1.050											1.500			0.750		
188	1.350	1.050											1.500			0.750		
189	0.800	1.500											0.900			0.750		
190	1.350	1.500											0.900			0.750		
191	0.800													1.500		0.750		
192	1.350													1.500		0.750		
193	0.800	1.050												1.500		0.750		
194	1.350	1.050												1.500		0.750		
195	0.800	1.500												0.900		0.750		
196	1.350	1.500												0.900		0.750		
197	0.800														1.500	0.750		
198	1.350														1.500	0.750		
199	0.800	1.050													1.500	0.750		
200	1.350	1.050													1.500	0.750		
201	0.800	1.500													0.900	0.750		
202	1.350	1.500													0.900	0.750		
203	0.800																1.500	
204	1.350																1.500	
205	0.800	1.050															1.500	
206	1.350	1.050															1.500	
207	0.800			0.900													1.500	
208	1.350			0.900													1.500	
209	0.800	1.050		0.900													1.500	
210	1.350	1.050		0.900													1.500	
211	0.800				0.900												1.500	
212	1.350				0.900												1.500	
213	0.800	1.050			0.900												1.500	
214	1.350	1.050			0.900												1.500	
215	0.800					0.900											1.500	
216	1.350					0.900											1.500	
217	0.800	1.050				0.900											1.500	
218	1.350	1.050				0.900											1.500	
219	0.800						0.900										1.500	
220	1.350						0.900										1.500	
221	0.800	1.050					0.900										1.500	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
222	1.350	1.050					0.900										1.500	
223	0.800							0.900									1.500	
224	1.350							0.900									1.500	
225	0.800	1.050						0.900									1.500	
226	1.350	1.050						0.900									1.500	
227	0.800								0.900								1.500	
228	1.350								0.900								1.500	
229	0.800	1.050							0.900								1.500	
230	1.350	1.050							0.900								1.500	
231	0.800									0.900							1.500	
232	1.350									0.900							1.500	
233	0.800	1.050								0.900							1.500	
234	1.350	1.050								0.900							1.500	
235	0.800										0.900						1.500	
236	1.350										0.900						1.500	
237	0.800	1.050									0.900						1.500	
238	1.350	1.050									0.900						1.500	
239	0.800											0.900					1.500	
240	1.350											0.900					1.500	
241	0.800	1.050										0.900					1.500	
242	1.350	1.050										0.900					1.500	
243	0.800												0.900				1.500	
244	1.350												0.900				1.500	
245	0.800	1.050											0.900				1.500	
246	1.350	1.050											0.900				1.500	
247	0.800													0.900			1.500	
248	1.350													0.900			1.500	
249	0.800	1.050												0.900			1.500	
250	1.350	1.050												0.900			1.500	
251	0.800														0.900		1.500	
252	1.350														0.900		1.500	
253	0.800	1.050													0.900		1.500	
254	1.350	1.050													0.900		1.500	
255	0.800	1.500															0.750	
256	1.350	1.500															0.750	
257	0.800			1.500													0.750	
258	1.350			1.500													0.750	
259	0.800	1.050		1.500													0.750	
260	1.350	1.050		1.500													0.750	
261	0.800	1.500		0.900													0.750	
262	1.350	1.500		0.900													0.750	
263	0.800				1.500												0.750	
264	1.350				1.500												0.750	
265	0.800	1.050			1.500												0.750	
266	1.350	1.050			1.500												0.750	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
267	0.80 0	1.50 0			0.900													0.750
268	1.35 0	1.50 0			0.900													0.750
269	0.80 0					1.500												0.750
270	1.35 0					1.500												0.750
271	0.80 0	1.05 0				1.500												0.750
272	1.35 0	1.05 0				1.500												0.750
273	0.80 0	1.50 0				0.900												0.750
274	1.35 0	1.50 0				0.900												0.750
275	0.80 0						1.500											0.750
276	1.35 0						1.500											0.750
277	0.80 0	1.05 0					1.500											0.750
278	1.35 0	1.05 0					1.500											0.750
279	0.80 0	1.50 0					0.900											0.750
280	1.35 0	1.50 0					0.900											0.750
281	0.80 0							1.500										0.750
282	1.35 0							1.500										0.750
283	0.80 0	1.05 0						1.500										0.750
284	1.35 0	1.05 0						1.500										0.750
285	0.80 0	1.50 0						0.900										0.750
286	1.35 0	1.50 0						0.900										0.750
287	0.80 0								1.500									0.750
288	1.35 0								1.500									0.750
289	0.80 0	1.05 0							1.500									0.750
290	1.35 0	1.05 0							1.500									0.750
291	0.80 0	1.50 0							0.900									0.750
292	1.35 0	1.50 0							0.900									0.750
293	0.80 0									1.500								0.750
294	1.35 0									1.500								0.750
295	0.80 0	1.05 0								1.500								0.750
296	1.35 0	1.05 0								1.500								0.750
297	0.80 0	1.50 0								0.900								0.750
298	1.35 0	1.50 0								0.900								0.750
299	0.80 0										1.500							0.750
300	1.35 0										1.500							0.750
301	0.80 0	1.05 0									1.500							0.750
302	1.35 0	1.05 0									1.500							0.750
303	0.80 0	1.50 0									0.900							0.750
304	1.35 0	1.50 0									0.900							0.750
305	0.80 0											1.500						0.750
306	1.35 0											1.500						0.750
307	0.80 0	1.05 0										1.500						0.750
308	1.35 0	1.05 0										1.500						0.750
309	0.80 0	1.50 0										0.900						0.750
310	1.35 0	1.50 0										0.900						0.750
311	0.80 0												1.500					0.750

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
312	1.350												1.500				0.750	
313	0.800	1.050											1.500					0.750
314	1.350	1.050											1.500					0.750
315	0.800	1.500											0.900					0.750
316	1.350	1.500											0.900					0.750
317	0.800													1.500				0.750
318	1.350													1.500				0.750
319	0.800	1.050												1.500				0.750
320	1.350	1.050												1.500				0.750
321	0.800	1.500												0.900				0.750
322	1.350	1.500												0.900				0.750
323	0.800														1.500			0.750
324	1.350														1.500			0.750
325	0.800	1.050													1.500			0.750
326	1.350	1.050													1.500			0.750
327	0.800	1.500													0.900			0.750
328	1.350	1.500													0.900			0.750
329	0.800																	1.500
330	1.350																	1.500
331	0.800	1.050																1.500
332	1.350	1.050																1.500
333	0.800			0.900														1.500
334	1.350			0.900														1.500
335	0.800	1.050		0.900														1.500
336	1.350	1.050		0.900														1.500
337	0.800				0.900													1.500
338	1.350				0.900													1.500
339	0.800	1.050			0.900													1.500
340	1.350	1.050			0.900													1.500
341	0.800					0.900												1.500
342	1.350					0.900												1.500
343	0.800	1.050				0.900												1.500
344	1.350	1.050				0.900												1.500
345	0.800						0.900											1.500
346	1.350						0.900											1.500
347	0.800	1.050					0.900											1.500
348	1.350	1.050					0.900											1.500
349	0.800							0.900										1.500
350	1.350							0.900										1.500
351	0.800	1.050						0.900										1.500
352	1.350	1.050						0.900										1.500
353	0.800								0.900									1.500
354	1.350								0.900									1.500
355	0.800	1.050							0.900									1.500
356	1.350	1.050							0.900									1.500

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
357	0.80 0									0.900								1.500
358	1.35 0									0.900								1.500
359	0.80 0	1.05 0								0.900								1.500
360	1.35 0	1.05 0								0.900								1.500
361	0.80 0										0.900							1.500
362	1.35 0										0.900							1.500
363	0.80 0	1.05 0									0.900							1.500
364	1.35 0	1.05 0									0.900							1.500
365	0.80 0											0.900						1.500
366	1.35 0											0.900						1.500
367	0.80 0	1.05 0										0.900						1.500
368	1.35 0	1.05 0										0.900						1.500
369	0.80 0												0.900					1.500
370	1.35 0												0.900					1.500
371	0.80 0	1.05 0											0.900					1.500
372	1.35 0	1.05 0											0.900					1.500
373	0.80 0													0.900				1.500
374	1.35 0													0.900				1.500
375	0.80 0	1.05 0												0.900				1.500
376	1.35 0	1.05 0												0.900				1.500
377	0.80 0														0.900			1.500
378	1.35 0														0.900			1.500
379	0.80 0	1.05 0													0.900			1.500
380	1.35 0	1.05 0													0.900			1.500
381	0.80 0	1.50 0																0.750
382	1.35 0	1.50 0																0.750
383	0.80 0			1.500														0.750
384	1.35 0			1.500														0.750
385	0.80 0	1.05 0		1.500														0.750
386	1.35 0	1.05 0		1.500														0.750
387	0.80 0	1.50 0		0.900														0.750
388	1.35 0	1.50 0		0.900														0.750
389	0.80 0				1.500													0.750
390	1.35 0				1.500													0.750
391	0.80 0	1.05 0			1.500													0.750
392	1.35 0	1.05 0			1.500													0.750
393	0.80 0	1.50 0			0.900													0.750
394	1.35 0	1.50 0			0.900													0.750
395	0.80 0					1.500												0.750
396	1.35 0					1.500												0.750
397	0.80 0	1.05 0				1.500												0.750
398	1.35 0	1.05 0				1.500												0.750
399	0.80 0	1.50 0				0.900												0.750
400	1.35 0	1.50 0				0.900												0.750
401	0.80 0						1.500											0.750

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
402	1.350						1.500											0.750
403	0.800	1.050					1.500											0.750
404	1.350	1.050					1.500											0.750
405	0.800	1.500					0.900											0.750
406	1.350	1.500					0.900											0.750
407	0.800							1.500										0.750
408	1.350							1.500										0.750
409	0.800	1.050						1.500										0.750
410	1.350	1.050						1.500										0.750
411	0.800	1.500						0.900										0.750
412	1.350	1.500						0.900										0.750
413	0.800								1.500									0.750
414	1.350								1.500									0.750
415	0.800	1.050							1.500									0.750
416	1.350	1.050							1.500									0.750
417	0.800	1.500							0.900									0.750
418	1.350	1.500							0.900									0.750
419	0.800									1.500								0.750
420	1.350									1.500								0.750
421	0.800	1.050								1.500								0.750
422	1.350	1.050								1.500								0.750
423	0.800	1.500								0.900								0.750
424	1.350	1.500								0.900								0.750
425	0.800										1.500							0.750
426	1.350										1.500							0.750
427	0.800	1.050									1.500							0.750
428	1.350	1.050									1.500							0.750
429	0.800	1.500									0.900							0.750
430	1.350	1.500									0.900							0.750
431	0.800											1.500						0.750
432	1.350											1.500						0.750
433	0.800	1.050										1.500						0.750
434	1.350	1.050										1.500						0.750
435	0.800	1.500										0.900						0.750
436	1.350	1.500										0.900						0.750
437	0.800												1.500					0.750
438	1.350												1.500					0.750
439	0.800	1.050											1.500					0.750
440	1.350	1.050											1.500					0.750
441	0.800	1.500											0.900					0.750
442	1.350	1.500											0.900					0.750
443	0.800													1.500				0.750
444	1.350													1.500				0.750
445	0.800	1.050												1.500				0.750
446	1.350	1.050												1.500				0.750

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
447	0.80 0	1.50 0												0.900				0.750
448	1.35 0	1.50 0												0.900				0.750
449	0.80 0														1.500			0.750
450	1.35 0														1.500			0.750
451	0.80 0	1.05 0													1.500			0.750
452	1.35 0	1.05 0													1.500			0.750
453	0.80 0	1.50 0													0.900			0.750
454	1.35 0	1.50 0													0.900			0.750
455	0.80 0		1.500															
456	1.35 0		1.500															

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.00 0																	
2	1.00 0	0.50 0																
3	1.00 0			0.500														
4	1.00 0	0.30 0		0.500														
5	1.00 0				0.500													
6	1.00 0	0.30 0			0.500													
7	1.00 0					0.500												
8	1.00 0	0.30 0				0.500												
9	1.00 0						0.500											
10	1.00 0	0.30 0					0.500											
11	1.00 0							0.500										
12	1.00 0	0.30 0						0.500										
13	1.00 0								0.500									
14	1.00 0	0.30 0							0.500									
15	1.00 0									0.500								
16	1.00 0	0.30 0								0.500								
17	1.00 0										0.500							
18	1.00 0	0.30 0									0.500							
19	1.00 0											0.500						
20	1.00 0	0.30 0										0.500						
21	1.00 0												0.500					
22	1.00 0	0.30 0											0.500					
23	1.00 0													0.500				
24	1.00 0	0.30 0												0.500				
25	1.00 0														0.500			
26	1.00 0	0.30 0													0.500			
27	1.00 0															0.20 0		
28	1.00 0	0.30 0														0.20 0		
29	1.00 0																0.200	
30	1.00 0	0.30 0															0.200	
31	1.00 0																	0.200
32	1.00 0	0.30 0																0.200

■ Tensiones sobre el terreno

■ Desplazamientos

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000																	
2	1.000	1.000																
3	1.000			1.000														
4	1.000	1.000		1.000														
5	1.000				1.000													
6	1.000	1.000			1.000													
7	1.000					1.000												
8	1.000	1.000				1.000												
9	1.000						1.000											
10	1.000	1.000					1.000											
11	1.000							1.000										
12	1.000	1.000						1.000										
13	1.000								1.000									
14	1.000	1.000							1.000									
15	1.000									1.000								
16	1.000	1.000								1.000								
17	1.000										1.000							
18	1.000	1.000									1.000							
19	1.000											1.000						
20	1.000	1.000										1.000						
21	1.000												1.000					
22	1.000	1.000											1.000					
23	1.000													1.000				
24	1.000	1.000												1.000				
25	1.000														1.000			
26	1.000	1.000													1.000			
27	1.000															1.000		
28	1.000	1.000														1.000		
29	1.000			1.000												1.000		
30	1.000	1.000		1.000												1.000		
31	1.000				1.000											1.000		
32	1.000	1.000			1.000											1.000		
33	1.000					1.000										1.000		
34	1.000	1.000				1.000										1.000		
35	1.000						1.000									1.000		
36	1.000	1.000					1.000									1.000		
37	1.000							1.000								1.000		
38	1.000	1.000						1.000								1.000		
39	1.000								1.000							1.000		
40	1.000	1.000							1.000							1.000		
41	1.000									1.000						1.000		

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
42	1.000	1.000								1.000						1.000		
43	1.000										1.000					1.000		
44	1.000	1.000									1.000					1.000		
45	1.000											1.000				1.000		
46	1.000	1.000										1.000				1.000		
47	1.000												1.000			1.000		
48	1.000	1.000											1.000			1.000		
49	1.000													1.000		1.000		
50	1.000	1.000												1.000		1.000		
51	1.000														1.000	1.000		
52	1.000	1.000													1.000	1.000		
53	1.000																1.000	
54	1.000	1.000															1.000	
55	1.000			1.000													1.000	
56	1.000	1.000		1.000													1.000	
57	1.000				1.000												1.000	
58	1.000	1.000			1.000												1.000	
59	1.000					1.000											1.000	
60	1.000	1.000				1.000											1.000	
61	1.000						1.000										1.000	
62	1.000	1.000					1.000										1.000	
63	1.000							1.000									1.000	
64	1.000	1.000						1.000									1.000	
65	1.000								1.000								1.000	
66	1.000	1.000							1.000								1.000	
67	1.000									1.000							1.000	
68	1.000	1.000								1.000							1.000	
69	1.000										1.000						1.000	
70	1.000	1.000									1.000						1.000	
71	1.000											1.000					1.000	
72	1.000	1.000										1.000					1.000	
73	1.000												1.000				1.000	
74	1.000	1.000											1.000				1.000	
75	1.000													1.000			1.000	
76	1.000	1.000												1.000			1.000	
77	1.000														1.000		1.000	
78	1.000	1.000													1.000		1.000	
79	1.000																	1.000
80	1.000	1.000																1.000
81	1.000			1.000														1.000
82	1.000	1.000		1.000														1.000
83	1.000				1.000													1.000
84	1.000	1.000			1.000													1.000
85	1.000					1.000												1.000
86	1.000	1.000				1.000												1.000

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
87	1.000						1.000											1.000
88	1.000	1.000					1.000											1.000
89	1.000							1.000										1.000
90	1.000	1.000						1.000										1.000
91	1.000								1.000									1.000
92	1.000	1.000							1.000									1.000
93	1.000									1.000								1.000
94	1.000	1.000								1.000								1.000
95	1.000										1.000							1.000
96	1.000	1.000									1.000							1.000
97	1.000											1.000						1.000
98	1.000	1.000											1.000					1.000
99	1.000												1.000					1.000
100	1.000	1.000											1.000					1.000
101	1.000													1.000				1.000
102	1.000	1.000													1.000			1.000
103	1.000															1.000		1.000
104	1.000	1.000														1.000		1.000
105	1.000		1.000															
106	1.000		1.000	1.000														
107	1.000		1.000		1.000													
108	1.000		1.000			1.000												
109	1.000		1.000				1.000											
110	1.000		1.000					1.000										
111	1.000		1.000						1.000									
112	1.000		1.000							1.000								
113	1.000		1.000								1.000							
114	1.000		1.000									1.000						
115	1.000		1.000										1.000					
116	1.000		1.000											1.000				
117	1.000		1.000												1.000			
118	1.000		1.000													1.000		
119	1.000		1.000	1.000												1.000		
120	1.000		1.000		1.000											1.000		
121	1.000		1.000			1.000										1.000		
122	1.000		1.000				1.000									1.000		
123	1.000		1.000					1.000								1.000		
124	1.000		1.000						1.000							1.000		
125	1.000		1.000							1.000						1.000		
126	1.000		1.000								1.000					1.000		
127	1.000		1.000									1.000				1.000		
128	1.000		1.000										1.000			1.000		
129	1.000		1.000											1.000		1.000		
130	1.000		1.000												1.000	1.000		
131	1.000		1.000														1.000	

Com b.	PP	B (B)	Q (G1)	V(0°) H1	V(0°) H2	V(0°) H3	V(0°) H4	V(90°) H1	V(90°) H2	V(180°) H1	V(180°) H2	V(180°) H3	V(180°) H4	V(270°) H1	V(270°) H2	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
132	1.000		1.000	1.000														1.000
133	1.000		1.000		1.000													1.000
134	1.000		1.000			1.000												1.000
135	1.000		1.000				1.000											1.000
136	1.000		1.000					1.000										1.000
137	1.000		1.000						1.000									1.000
138	1.000		1.000							1.000								1.000
139	1.000		1.000								1.000							1.000
140	1.000		1.000									1.000						1.000
141	1.000		1.000										1.000					1.000
142	1.000		1.000											1.000				1.000
143	1.000		1.000												1.000			1.000
144	1.000		1.000															1.000
145	1.000		1.000	1.000														1.000
146	1.000		1.000		1.000													1.000
147	1.000		1.000			1.000												1.000
148	1.000		1.000				1.000											1.000
149	1.000		1.000					1.000										1.000
150	1.000		1.000						1.000									1.000
151	1.000		1.000							1.000								1.000
152	1.000		1.000								1.000							1.000
153	1.000		1.000									1.000						1.000
154	1.000		1.000										1.000					1.000
155	1.000		1.000											1.000				1.000
156	1.000		1.000												1.000			1.000

1.3. Resistencia al fuego

Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 30

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 J/(kg·K)

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

4.2. Pilar pórtico interior

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.}	Lb ^{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N162/N360	N162/N163	HE 320 B (HEB)	8.500	1.40	0.70	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb ^{sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb ^{inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N162/N163

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 320 B	12.500	12.500	12.500	0.202	0.202	0.202	1582.76	1582.76	1582.76

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.063 m	2.125 m	3.188 m	4.250 m	5.313 m	6.375 m	7.438 m	8.500 m	
N162/N360	Acero laminado	N _{mín}	303.648	299.459	295.269	291.080	286.891	282.702	278.513	274.324	270.135	
		N _{máx}	172.108	174.591	177.073	179.556	182.038	184.521	187.003	189.486	191.968	
		Vy _{mín}	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277
		Vy _{máx}	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030	1.030
		Vz _{mín}	-70.917	-67.714	-67.481	-67.249	-67.016	-66.784	-66.551	-66.318	-66.086	-65.853
		Vz _{máx}	88.488	80.712	77.631	74.549	71.468	68.386	65.305	62.223	59.142	56.060
		Mt _{mín}	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
		Mt _{máx}	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		My _{mín}	-316.89	-244.82	-173.00	-101.42	-34.68	-67.66	-138.68	-206.43	-270.91	-335.38
		My _{máx}	336.57	252.34	171.86	94.66	36.44	55.95	111.82	182.41	252.75	323.09
		Mz _{mín}	-7.45	-6.09	-4.74	-3.39	-2.04	-0.68	-0.61	-1.70	-2.80	-3.90
		Mz _{máx}	5.98	4.89	3.80	2.71	1.62	0.53	0.72	2.07	3.43	4.82

2.1.2. 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)
N162/N163	3.188	0.74	7.969	32.80	2.656	1.28	7.969	52.31
	2.656	L/(>1000)	7.969	L/334.3	2.656	L/(>1000)	7.969	L/337.8

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N162/N360

Perfil: HE 320 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N162	N360	8.500	161.30	30820.00	9239.00	230.45
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	1.40	0.70	0.00	0.00		
L _k	11.900	5.950	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 117.16 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 505.5 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.78} \quad \checkmark$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{1352.23} \text{ kN}$$

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. $N_{cr,y} : \underline{18043.37} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{1352.23} \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : \underline{30820.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \underline{9239.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{230.45} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{2069000.00} \text{ cm}^6$

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. $L_{ky} : \underline{5.950} \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{11.900} \text{ m}$

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. $i_o : \underline{15.76} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{13.82} \text{ cm}$
 $i_z : \underline{7.57} \text{ cm}$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

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

Se debe satisfacer:

$$24.26 \leq 171.71 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>279.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>11.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>32.09</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>61.50</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:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.047} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 191.97 kN

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 4070.90 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>161.30</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.312} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{303.65} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{4070.90} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{974.47} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.89}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.24}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{0.67}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{2.47}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y : <u>0.34</u>
	α_z : <u>0.49</u>
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: <u>0.49</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>1.78</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>1352.23</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>18043.37</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>1352.23</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.621} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$M_{Ed}^+ : \underline{336.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$M_{Ed}^- : \underline{316.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{542.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.031} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{5.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{7.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{237.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.117} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 88.49 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : 753.73 \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : 51.73 \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : 161.30 \text{ cm}^2$

b : Ancho de la sección. $b : 300.00 \text{ mm}$

t_f : Espesor del ala. $t_f : 20.50 \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : 11.50 \text{ mm}$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : 27.00 \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

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

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

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

$19.57 < 65.92$ ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : 19.57$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : 65.92$

ϵ : Factor de reducción. $\epsilon : 0.94$

Siendo:

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

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.28} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{1882.82} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{129.22} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} & \quad \mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{d}: \text{Altura del alma.} & \quad \mathbf{d} : \underline{279.00} \text{ mm} \\ \mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} & \quad \mathbf{t_w} : \underline{11.50} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{88.49 \text{ kN} \leq 376.87 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{88.49} \text{ kN}$$

$$\mathbf{V_{c,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{753.73} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$1.28 \text{ kN} \leq 941.41 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.28} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1882.82} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.679} \quad \checkmark$$

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N162, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{172.11} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{336.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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. $M_{z,Ed}^+ : \underline{3.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. **Clase** : 1

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $N_{pl,Rd} : \underline{4070.90} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto al eje Y. $M_{pl,Rd,y} : \underline{542.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto al eje Z. $M_{pl,Rd,z} : \underline{237.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{ef,Ed} : \underline{318.23} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{148.08} \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{542.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $0.8\cdot PP+1.05\cdot B(B)+1.5\cdot V(0^\circ)H2$.

$$88.49 \text{ kN} \leq 376.62 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{88.49} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{753.23} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35\cdot PP+1.05\cdot B(B)+1.5\cdot V(180^\circ)H4+0.75\cdot N(EI)$.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{16.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.117} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N162, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{88.49} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{753.23} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{753.73} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{0.24} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.28} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$V_{pl,T,Rd} : \underline{1882.31} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{1882.82} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.10} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.002} \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones $PP + 0.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{5.01} \text{ kN}$

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

$N_{t,Rd} : \underline{3259.46} \text{ kN}$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{202.07}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.046}$ ✓

$\eta : \underline{0.240}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{149.03}$ kN

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

$N_{c,Rd} : \underline{3259.46}$ 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** : 161.30 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{202.07}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{202.07}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{620.18} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.19}$$

Siendo:

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

$$\phi_z : \underline{3.02}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.04}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.15}$$

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

$$N_{cr} : \underline{1352.23} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{18043.37} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{1352.23} \text{ kN}$$

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

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.290 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

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

M_{Ed}^+ : 75.10 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H4.

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

M_{Ed}^- : 125.77 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 434.26 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.

$W_{pl,y}$: 2149.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 202.07 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 202.07 MPa

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.76

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{2.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{189.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{28.81}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{603.49}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{51.73}$ cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{161.30}$ cm²

b : Ancho de la sección. $b : \underline{300.00}$ mm

t_f : Espesor del ala. $t_f : \underline{20.50}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{11.50}$ mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : \underline{27.00}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{202.07}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{202.07}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

19.57 < 65.92 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{19.57}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$

ϵ : Factor de reducción. $\epsilon : \underline{0.94}$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_{ref}}: & \text{ Límite elástico de referencia.} & \mathbf{f_{ref}} & : \underline{235.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{f_y}: & \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f_y} & : \underline{265.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.42} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{1507.52} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{ Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{129.22} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}: & \text{ Área de la sección bruta.} & \mathbf{A} & : \underline{161.30} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{d}: & \text{ Altura del alma.} & \mathbf{d} & : \underline{279.00} \text{ mm} \\ \mathbf{t_w}: & \text{ Espesor del alma.} & \mathbf{t_w} & : \underline{11.50} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{ Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{ Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{ Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{ Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$28.81 \text{ kN} \leq 301.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{28.81} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{603.49} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.42 \text{ kN} \leq 753.76 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.42} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1507.52} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.332} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.336} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H4.

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{N}_{c,Ed} &: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} & \mathbf{N}_{c,Ed} &: \underline{98.00} \text{ kN} \\ \mathbf{M}_{y,Ed}, \mathbf{M}_{z,Ed} &: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} & \mathbf{M}_{y,Ed} &: \underline{125.77} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ & & \mathbf{M}_{z,Ed} &: \underline{0.25} \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Clase} &: \text{Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} & \mathbf{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{N}_{pl,Rd} &: \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} & \mathbf{N}_{pl,Rd} &: \underline{3259.46} \text{ kN} \\ \mathbf{M}_{pl,Rd,y}, \mathbf{M}_{pl,Rd,z} &: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} & \mathbf{M}_{pl,Rd,y} &: \underline{434.26} \text{ kN}\cdot\text{m} \\ & & \mathbf{M}_{pl,Rd,z} &: \underline{189.77} \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \mathbf{A} &: \text{Área de la sección bruta.} & \mathbf{A} &: \underline{161.30} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{W}_{pl,y}, \mathbf{W}_{pl,z} &: \text{Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} & \mathbf{W}_{pl,y} &: \underline{2149.00} \text{ cm}^3 \\ & & \mathbf{W}_{pl,z} &: \underline{939.10} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd} &: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd} &: \underline{202.07} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta} : \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f}_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k}_{y,\theta} : \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k}_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\gamma}_{M,\theta} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma}_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

$\mathbf{k}_y, \mathbf{k}_z$: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.01}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.22}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{C}_{m,y}, \mathbf{C}_{m,z} &: \text{Factores de momento flector uniforme equivalente.} & \mathbf{C}_{m,y} &: \underline{1.00} \\ & & \mathbf{C}_{m,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y, \chi_z &: \text{Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.} & \chi_y &: \underline{0.81} \\ & & \chi_z &: \underline{0.19} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z &: \text{Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.} & \bar{\lambda}_y &: \underline{0.56} \\ & & \bar{\lambda}_z &: \underline{2.04} \end{aligned}$$

$$\alpha_y, \alpha_z : \text{Factores dependientes de la clase de la sección.} \quad \alpha_y : \underline{0.60}$$

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

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·V(180°)H3.

$$28.81 \text{ kN} \leq 301.51 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} & V_{Ed,z} : \underline{28.81} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,z} : \underline{603.02} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H4.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{13.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa} \end{array}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} & \mathbf{k_{y,\theta}} & : \underline{0.76} \\
 & \mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma_{M,\theta}} & : \underline{1.00}
 \end{aligned}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N162, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{28.81} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{603.02} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \mathbf{V_{pl,Rd}} & : \underline{603.49} \text{ kN} \\
 & \mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \mathbf{\tau_{T,Ed}} & : \underline{0.23} \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W_T} & : \underline{112.41} \text{ cm}^3 \\
 & \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f_{yd}} & : \underline{202.07} \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.42} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1506.79} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{1507.52} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.14} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

4.3. Pilar hastial de fachada

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N299/N352	N299/N283	HE 320 B (HEB)	8.500	0.70	0.70	-	-
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	N299/N283

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45
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.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 320 B	15.000	15.000	15.000	0.242	0.242	0.242	1899.31	1899.31	1899.31

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.063 m	2.125 m	3.188 m	4.250 m	5.313 m	6.375 m	7.438 m	8.500 m	
N299/N352	Acero laminado	N _{min}	-103.066	-98.609	94.153	89.696	85.239	80.783	76.326	71.870	67.413	
		N _{máx}	20.507	23.148	25.789	28.430	31.071	33.712	36.353	38.994	41.635	
		Vy _{min}	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841	-1.841
		Vy _{máx}	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740	1.740
		Vz _{min}	-125.419	-111.653	97.888	84.122	70.357	56.591	42.826	29.060	15.295	
		Vz _{máx}	123.146	109.631	96.117	82.603	69.089	55.574	42.060	28.546	15.031	
		Mt _{min}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My _{min}	-427.54	-301.59	190.27	-93.58	-12.56	-59.15	110.72	147.94	170.80	
		My _{máx}	418.38	294.72	185.41	90.47	11.74	62.69	114.83	152.34	175.22	
		Mz _{min}	-9.72	-7.77	-5.81	-3.85	-1.90	-0.06	-1.70	-3.55	-5.39	
		Mz _{máx}	9.40	7.55	5.70	3.85	2.00	0.23	2.02	3.98	5.93	

2.1.2. 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N299/N2 83	9.150 9.150	1.45 L/(>1000)	8.825 8.825	31.46 L/442.4	9.150 9.150	2.90 L/(>1000)	8.825 8.825

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N299/N352

Perfil: HE 320 B Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N299	N352	8.500	161.30	30820.00	9239.00	230.45
Notas: (¹) Inercia respecto al eje indicado (²) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral	
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β			0.70	0.70	0.00	0.00
L _k			5.950	5.950	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 117.16 m-1 Temperatura máx. de la barra: 505.5 °C Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$\bar{\lambda}$: 0.89 ✓

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.

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

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

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{5408.91} \text{ kN}$$

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.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{18043.37} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N}_{cr,z} : \underline{5408.91} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

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

$$\mathbf{I}_y : \underline{30820.00} \text{ cm}^4$$

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

$$\mathbf{I}_z : \underline{9239.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{I}_t : \underline{230.45} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\mathbf{I}_w : \underline{2069000.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

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

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\mathbf{G} : \underline{81000} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{L}_{ky} : \underline{5.950} \text{ m}$$

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

$$\mathbf{L}_{kz} : \underline{5.950} \text{ m}$$

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

$$\mathbf{L}_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

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

$$\mathbf{i}_0 : \underline{15.76} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{i}_y : \underline{13.82} \text{ cm}$$

$$\mathbf{i}_z : \underline{7.57} \text{ cm}$$

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

$$\mathbf{y}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{z}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

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

Se debe satisfacer:

$$24.26 \leq 171.71 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>279.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>11.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>32.09</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>61.50</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:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N352, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>41.63</u> kN
--	--

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{4070.90} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>161.30</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{103.07} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{4070.90} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{\gamma_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{2469.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{\gamma_{M1}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$\mathbf{\chi}$: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.89}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.61}$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

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

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

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

$$\phi_y : \underline{0.67}$$

$$\phi_z : \underline{1.06}$$

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.89}$$

$$N_{cr} : \underline{5408.91} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{18043.37} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{5408.91} \text{ kN}$$

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.788} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{418.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{427.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{542.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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.

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.041 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

M_{Ed}^+ : 9.40 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$.

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

M_{Ed}^- : 9.72 kN·m

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

$M_{c,Rd}$: 237.01 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,z}$: 939.10 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

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

f_y : 265.00 MPa

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

γ_{MO} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.166 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{125.42}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{753.73}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{51.73}$ cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{161.30}$ cm²
 b : Ancho de la sección. $b : \underline{300.00}$ mm
 t_f : Espesor del ala. $t_f : \underline{20.50}$ mm
 t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{11.50}$ mm
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : \underline{27.00}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ 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:

$19.57 < 65.92$ ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{19.57}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$

ϵ : Factor de reducción. $\epsilon : \underline{0.94}$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : \underline{235.00}$ MPa
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.84} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1882.82} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{129.22} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A : \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$$d : \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{279.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{11.50} \text{ mm}$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{m0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$125.42 \text{ kN} \leq 376.87 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 125.42 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 753.73 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$1.84 \text{ kN} \leq 941.41 \text{ kN}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.84 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1882.82 kN

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

Se debe satisfacer:

η : 0.844 ✓

η : 0.839 ✓

η : 0.551 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N299, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 95.56 kN
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}$: 425.17 kN·m
 $M_{z,Ed}$: 8.73 kN·m
 Clase : 1

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 compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : 4070.90 \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : 542.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 237.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : 161.30 \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : 2149.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 939.10 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$f_y : 265.00 \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : 1.01$$

$$k_z : 1.05$$

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

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

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

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

$$\chi_y : 0.89$$

$$\chi_z : 0.61$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.89$$

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 - Temperatura ambiente (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 $0.8\cdot PP + 1.5\cdot V(180^\circ)H1$.

$$125.42 \text{ kN} \leq 376.80 \text{ kN}$$



Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{125.42} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{753.60} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{16.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.166} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N299, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{125.42} \text{ kN}$$

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

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{753.60} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{753.73} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.84} \text{ kN}$$

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

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

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1882.47} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{1882.82} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.020 ✓

η : 0.037 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

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

$N_{c,Ed}$: 64.01 kN

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

$N_{c,Rd}$: 3259.46 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 : 161.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 202.07 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 202.07 MPa

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

f_y : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.76

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

$N_{b,Rd} : \underline{1726.23}$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A : \underline{161.30}$ cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{202.07}$ MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{202.07}$ MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : \underline{0.81}$

$\chi_z : \underline{0.53}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{0.74}$

$\phi_z : \underline{1.22}$

α : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_y : \underline{0.49}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

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

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{1.02}$

k_{λ,θ}: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{\lambda,\theta} : \underline{1.15}$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr} : \underline{5408.91}$ kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : \underline{18043.37}$ kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{5408.91}$ kN

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.325} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{141.19} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{139.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{434.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{3.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{2.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{189.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.069} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{41.60}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{603.49}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{51.73}$ cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{161.30}$ cm²

b : Ancho de la sección. $b : \underline{300.00}$ mm

t_f : Espesor del ala. $t_f : \underline{20.50}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{11.50}$ mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : \underline{27.00}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{202.07}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{202.07}$ MPa

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

$f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

19.57 < 65.92 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{19.57}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$

ϵ : Factor de reducción. $\epsilon : \underline{0.94}$

Siendo:

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

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.66 kN

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{1507.52} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 129.22 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : 161.30 cm²

d: Altura del alma. **d** : 279.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 11.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 202.07 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 202.07 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.76

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$41.60 \text{ kN} \leq 301.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{41.60} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{603.49} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.66 \text{ kN} \leq 753.76 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.66} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1507.52} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.352} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.355} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.243} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>63.07</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>139.36</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>2.28</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>3259.46</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>434.26</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>189.77</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>161.30</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>2149.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>939.10</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>202.07</u> MPa

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : <u>202.07</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : <u>0.76</u>
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : <u>1.00</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.01}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.05}$$

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

$$\mathbf{C}_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C}_{m,z} : \underline{1.00}$$

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

$$\chi_y : \underline{0.81}$$

$$\chi_z : \underline{0.53}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.02}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·V(180°)H1.

$$41.60 \text{ kN} \leq 301.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} :$	<u>41.60</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} :$	<u>603.45</u>	kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed} :$	<u>0.01</u>	kN·m
--	--------------	-------------	------

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

$$M_{T,Rd} : \underline{13.12} \text{ kN·m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	$W_T :$	<u>112.41</u>	cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} :$	<u>202.07</u>	MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta} :$	<u>202.07</u>	MPa
--	------------------	---------------	-----

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y :$	<u>265.00</u>	MPa
---	---------	---------------	-----

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta} :$	<u>0.76</u>	
---	------------------	-------------	--

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta} :$	<u>1.00</u>	
--	-----------------------	-------------	--

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.069} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N299, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{41.60} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{603.45} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{603.49} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.66 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.01 kN·m
 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **V_{pl,T,Rd}** viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{1507.26} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{pl,Rd}** : 1507.52 kN
τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión. **τ_{T,Ed}** : 0.05 MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 112.41 cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 202.07 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 202.07 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.76

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

4.4. Pilar esquinero pórtico de fachada

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N342/N331	N281/N282	HE 220 B (HEB)	8.300	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	N281/N282

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 220 B, (HEB)	91.00	52.80	16.07	8091.00	2843.00	77.03
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material			Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación	Serie		Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 220 B	12.500	12.500	12.500	0.114	0.114	0.114	892.94	892.94	892.94

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.038 m	2.075 m	3.113 m	4.150 m	5.188 m	6.225 m	7.263 m	8.300 m
N342/N331	Acero laminado	N _{min}	234.756	231.294	227.831	224.368	220.905	217.442	213.979	210.516	207.053
		N _{máx}	144.847	146.899	148.951	151.003	153.055	155.107	157.159	159.211	161.264
		Vy _{min}	-27.230	-20.632	-14.034	-7.436	-0.837	-7.717	-16.660	-25.604	-34.547
		Vy _{máx}	37.031	28.088	19.144	10.201	1.258	5.791	12.389	18.987	25.586
		Vz _{min}	-22.275	-17.192	-12.110	-7.027	-1.944	-5.651	-13.758	-21.866	-29.973
		Vz _{máx}	34.965	26.857	18.750	10.642	2.535	4.047	9.130	14.213	19.296
		Mt _{min}	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
		Mt _{máx}	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
		My _{min}	-33.14	-12.70	-7.22	-22.45	-29.26	-27.65	-17.64	-4.73	-22.09
		My _{máx}	48.88	16.81	4.75	12.73	17.34	16.68	10.75	2.35	28.14
		Mz _{min}	-37.59	-12.77	-7.42	-22.62	-28.56	-25.23	-12.62	-7.69	-30.81
		Mz _{máx}	50.89	17.11	5.24	16.36	20.65	18.09	8.70	9.43	40.63

2.1.2. 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)
N281/N282	4.350	14.91	4.869	6.61	4.350	25.21	4.869	11.04
	4.350	L/534.2	4.869	L/(>1000)	4.350	L/534.2	4.869	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N342/N331

Perfil: HE 220 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N342	N331	8.300	91.00	8091.00	2843.00	77.03
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			8.300	8.300	0.000	0.000
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁			-		1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 147.41 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 571.0 °C Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.71} \quad \checkmark$$

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 :** 1

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

$$\mathbf{A} : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

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.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{855.34} \text{ kN}$$

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.

$$N_{cr,y} : \underline{2434.25} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{855.34} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{8091.00} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{2843.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{77.03} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{295400.00} \text{ cm}^6$$

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.

$$L_{ky} : \underline{8.300} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{8.300} \text{ m}$$

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.

$$i_o : \underline{10.96} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{9.43} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{5.59} \text{ cm}$$

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$19.79 \leq 163.18 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>188.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>9.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>17.86</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>35.20</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N331, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 161.26 kN

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 2383.33 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>91.00</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.098} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.386} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{234.76} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{2383.33} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{608.09} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.59}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.26}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{1.15}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{2.33}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha_y} : \underline{0.34}$$

$$\mathbf{\alpha_z} : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 1.01$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.71$$

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

$$N_{cr} : 855.34 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 2434.25 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 855.34 \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.226 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$M_{Ed}^+ : 48.88 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)1$.

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

$$M_{Ed}^- : 33.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 216.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 827.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.493} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{50.89} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{37.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{103.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{393.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.083} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{34.96} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{421.58} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{27.88} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{91.00} \text{ cm}^2 \\ b : \text{Ancho de la sección.} & \quad b : \underline{220.00} \text{ mm} \\ t_f : \text{Espesor del ala.} & \quad t_f : \underline{16.00} \text{ mm} \\ t_w : \text{Espesor del alma.} & \quad t_w : \underline{9.50} \text{ mm} \\ r : \text{Radio de acuerdo entre ala y alma.} & \quad r : \underline{18.00} \text{ mm} \end{aligned}$$

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

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

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:

$$16.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{16.00}$$

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

$$\varepsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} & \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa} \\ f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{37.03} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{1105.96} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{73.14} \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$

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

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{9.50} \text{ mm}$

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

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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$34.96 \text{ kN} \leq 210.79 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{34.96} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{421.58} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$37.03 \text{ kN} \leq 552.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{37.03} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1105.96} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.501} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.564} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.904} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N342, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{234.76} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{25.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{29.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{2383.33} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{216.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{103.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 91.00 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : \underline{827.00} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{393.90} \text{ cm}^3$

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

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.

$k_y : \underline{1.13}$

$k_z : \underline{1.54}$

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

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

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

$\chi_z : \underline{0.26}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente. $\bar{\lambda}_y : \underline{1.01}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{1.71}$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$34.96 \text{ kN} \leq 210.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{34.96}$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{421.47}$ kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

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

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{7.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{48.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.083} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N342, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·B(B)+1.5·V(270°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{34.96} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{421.47} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{421.58} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{48.14} \text{ cm}^3$$

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

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 - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.034 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N342, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 37.03 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: 0.04 kN·m

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

$V_{pl,T,Rd}$: 1103.33 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: 1105.96 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: 0.90 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. W_T : 48.14 cm³

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

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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N331, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{25.82} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{1400.25} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A}: \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} \quad \mathbf{A} : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.56}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.410} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{106.96} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1400.25} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

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

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

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.56}$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{261.18} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

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

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

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.56}$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.42}$$

$$\chi_z : \underline{0.19}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.50}$$

$$\phi_z : \underline{3.08}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y : <u>0.49</u>
	α_z : <u>0.49</u>
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: <u>1.22</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>2.06</u>
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$: <u>1.20</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>855.34</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>2434.25</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>855.34</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.130} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{16.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H4.

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{127.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{827.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.56</u>
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.281} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{17.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{12.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{60.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{393.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.56}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.047}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{11.68}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{247.68}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{27.88}$ cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{91.00}$ cm²
 b : Ancho de la sección. $b : \underline{220.00}$ mm
 t_f : Espesor del ala. $t_f : \underline{16.00}$ mm
 t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{9.50}$ mm
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : \underline{18.00}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{153.87}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{153.87}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.56}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

$$16.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{16.00}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

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

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

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

$$V_{\text{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{\text{Ed}} : \underline{12.37} \text{ kN}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{649.77} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{73.14} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{188.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{9.50} \text{ mm}$$

$$f_{\text{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{\text{yd}} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{153.87}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.56}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

11.68 kN ≤ 123.84 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{11.68}$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{247.68}$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

12.37 kN ≤ 324.88 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{12.37}$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{649.77}$ kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.308} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.412} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.713} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{106.96} \text{ kN}$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{8.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{9.87} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{1400.25} \text{ kN}$

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. $M_{pl,Rd,y} : \underline{127.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. $A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : \underline{827.00} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{393.90} \text{ cm}^3$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{153.87} \text{ MPa}$

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

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.56}$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$k_y : \underline{1.14}$

	$k_z :$	<u>1.57</u>
$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} :$	<u>1.00</u>
	$C_{m,z} :$	<u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y :$	<u>0.42</u>
	$\chi_z :$	<u>0.19</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y :$	<u>1.22</u>
	$\bar{\lambda}_z :$	<u>2.06</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y :$	<u>0.60</u>
	$\alpha_z :$	<u>0.60</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

$$11.68 \text{ kN} \leq 123.83 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} :$	<u>11.68</u>	kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} :$	<u>247.66</u>	kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed} :$	<u>0.01</u>	kN·m
--	--------------	-------------	------

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

$$M_{T,Rd} : \underline{4.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{48.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.56}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.047} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{11.68} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{247.66} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{247.68} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{48.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{153.87} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{153.87}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.56}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.019}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N342, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{12.37}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.01}$ kN·m

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

$V_{pl,T,Rd} : \underline{649.06}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{649.77}$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.24}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{48.14}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{153.87}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{153.87}$ MPa

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

$k_{y,\theta} : \underline{0.56}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

4.5. Pilar edificio de oficinas Tipo 1

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N318/N322	N240/N241	HE 320 B (HEB)	3.000	0.70	0.94	-	-
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	N240/N241

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	230.45
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.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 320 B	12.500	12.500	12.500	0.202	0.202	0.202	1582.76	1582.76	1582.76

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
N318/N322	Acero laminado	N _{min}	683.367	681.678	679.988	679.143	677.453	675.764	674.074	673.229	671.539	
		N _{máx}	125.838	126.839	127.841	128.341	129.343	130.344	131.345	131.846	132.847	
		Vy _{min}	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291	-5.291
		Vy _{máx}	3.959	3.959	3.959	3.959	3.959	3.959	3.959	3.959	3.959	3.959
		Vz _{min}	250.250	250.194	250.137	250.109	250.053	249.997	252.403	254.177	257.726	
		Vz _{máx}	-55.089	-56.332	-57.575	-58.197	-59.439	-60.682	-61.925	-62.547	-58.894	
		Mt _{min}	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09	-0.09
		Mt _{máx}	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
		My _{min}	-351.57	-244.33	-139.07	-88.23	-6.95	37.46	79.37	92.70	119.77	
		My _{máx}	-58.54	-34.67	-8.84	9.50	58.73	144.35	241.48	293.55	399.33	
		Mz _{min}	-4.73	-2.82	-3.30	-3.91	-5.14	-6.38	-7.62	-8.24	-9.48	
		Mz _{máx}	4.23	2.90	2.03	1.60	3.32	5.59	7.85	8.99	11.26	

2.1.2. 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)
N240/N2 41	5.357	1.66	8.691	23.54	5.571	2.92	8.882	33.32
	0.857	L/(>1000)	8.691	L/531.0	0.857	L/(>1000)	8.500	L/533.2

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N318/N322

Perfil: HE 320 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N318	N322	3.000	161.30	30820.00	9239.00	230.45
Notas:						
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.94	0.00	0.00		
L _k	2.100	2.819	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 117.16 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 505.5 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.31} \quad \checkmark$$

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.

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

Clase : 1

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{43421.56} \text{ kN}$$

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. $N_{cr,y} : \underline{80395.94} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{43421.56} \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : \underline{30820.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \underline{9239.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{230.45} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{2069000.00} \text{ cm}^6$

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. $L_{ky} : \underline{2.819} \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{2.100} \text{ m}$

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. $i_o : \underline{15.76} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{13.82} \text{ cm}$

$i_z : \underline{7.57} \text{ cm}$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$

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

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

Se debe satisfacer:

$$24.26 \leq 171.71 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>279.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>11.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>32.09</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>61.50</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:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 132.85 kN

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 4070.90 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>161.30</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.168} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.178} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N318, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{683.37} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{4070.90} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{3835.28} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

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

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.99}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{0.53}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{0.58}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y : <u>0.34</u>
	α_z : <u>0.49</u>
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$: <u>0.23</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>0.31</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : <u>43421.56</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>80395.94</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>43421.56</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.736} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{399.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{542.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.047} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{11.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{9.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{237.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.342} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{257.73} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{753.73} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{51.73} \text{ cm}^2$$

Siendo:

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

$$A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{20.50} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{11.50} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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.

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

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:

$$19.57 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{19.57}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

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)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{5.29} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{1882.82} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{129.22} \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{279.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{11.50} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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 momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$250.25 \text{ kN} \leq 376.87 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{250.25} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{753.73} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$5.29 \text{ kN} \leq 941.41 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{5.29} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1882.82} \text{ kN}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.897} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.891} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.614} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{557.40} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{397.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{6.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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. $N_{pl,Rd} : \underline{4070.90} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{542.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{237.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta. **A** : $\underline{161.30} \text{ cm}^2$

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

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.94}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.23}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.31}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$250.25 \text{ kN} \leq 376.85 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{250.25} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{753.70} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{16.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.342} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{257.73} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: 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:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{753.66} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{753.73} \text{ kN}$$

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

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \quad \mathbf{W_T} : \underline{112.41} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{5.29} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{1880.06} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{1882.82} \text{ kN} \\ \mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.53} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \quad \mathbf{W_T} : \underline{112.41} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.119} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.130} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N318, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

$$\mathbf{N}_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N}_{c,Ed} : \underline{388.87} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N}_{c,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{3259.46} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.76}$$

$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{2994.34} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.55}$$

$$\phi_z : \underline{0.60}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.36}$$

k_{λ,θ}: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.15}$$

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

$$N_{cr} : \underline{43421.56} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{80395.94} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{43421.56} \text{ kN}$$

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

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.580} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{252.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{434.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

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

$M_{Ed}^+ : \underline{3.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

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

$M_{Ed}^- : \underline{3.25} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : \underline{189.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$

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

$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.259}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

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

$V_{Ed} : \underline{156.09} \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd} : \underline{603.49} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. **A_v** : 51.73 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 161.30 cm²
 b : Ancho de la sección. **b** : 300.00 mm
 t_f : Espesor del ala. **t_f** : 20.50 mm
 t_w : Espesor del alma. **t_w** : 11.50 mm
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 27.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 202.07 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$** : 202.07 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$** : 0.76

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$** : 1.00

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:

19.57 < 65.92 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. **λ_w** : 19.57

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{m\acute{a}x}$** : 65.92

ϵ : Factor de reducción. **ϵ** : 0.94

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.75} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{1507.52} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{129.22} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A} : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{279.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{11.50} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

$$\mathbf{156.09 \text{ kN} \leq 301.75 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 156.09 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 603.49 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$1.75 \text{ kN} \leq 753.76 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.75 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1507.52 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.687} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.694} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.466} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 343.31 kN
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+$: 252.00 kN·m
 $M_{z,Ed}^-$: 0.21 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.

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{3259.46} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{434.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{189.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{161.30} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{2149.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{939.10} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

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

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

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

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

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.92}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.36}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·B(B).

$$156.09 \text{ kN} \leq 301.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{156.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{603.45} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{13.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.76}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.259} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{156.09} \text{ kN}$$

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

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

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{603.45} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{603.49} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.02} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \underline{112.41} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{202.07} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.76}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.75} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: 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:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{1506.51} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{1507.52} \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.19} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{112.41} \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{202.07} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{202.07} \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.76}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

4.6. Pilar edificio de oficinas Tipo 2

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N324/N327	N328/N327	HE 400 B (HEB)	3.000	0.70	0.91	-	-
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	N328/N327

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	HE 400 B, (HEB)	197.80	108.00	42.77	57680.00	10820.00	361.03
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 400 B	6.000	6.000	6.000	0.119	0.119	0.119	931.64	931.64	931.64

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
N324/N327	Acero laminado	N _{min}	380.834	379.953	379.072	378.631	377.750	376.869	375.987	375.547	374.665	
		N _{máx}	143.496	142.974	142.451	142.190	141.668	141.146	140.624	140.362	139.840	
		Vy _{min}	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642	-29.642
		Vy _{máx}	31.680	31.680	31.680	31.680	31.680	31.680	31.680	31.680	31.680	31.680
		Vz _{min}	41.187	41.187	41.187	41.187	41.187	41.187	41.187	41.187	41.187	41.187
		Vz _{máx}	259.547	259.547	259.547	259.547	259.547	259.547	259.547	259.547	259.547	259.547
		Mt _{min}	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13
		Mt _{máx}	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		My _{min}	33.28	15.62	-2.03	-12.49	-82.88	-192.95	-304.19	-359.81	-471.04	
		My _{máx}	307.60	196.37	86.23	33.43	-28.51	-46.16	-63.81	-72.64	-90.29	
		Mz _{min}	-40.26	-27.56	-14.85	-8.50	-5.00	-18.58	-32.15	-38.94	-52.52	
		Mz _{máx}	42.55	28.97	15.39	8.60	4.20	16.91	29.61	35.96	48.67	

2.1.2. 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)
N328/N327	1.714	2.10	2.357	2.42	1.929	4.11	2.357	2.27
	1.714	L/(>1000)	2.357	L/(>1000)	1.714	L/(>1000)	2.786	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N324/N327

Perfil: HE 400 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N324	N327	3.000	197.80	57680.00	10820.00	361.03
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	0.91	0.00	0.00		
L _K	2.100	2.737	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 103.02 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 469.0 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.32} \quad \checkmark$$

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.

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

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

$$\text{A} : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

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

$$\text{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. $N_{cr} : \underline{50851.96}$ 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. $N_{cr,y} : \underline{159629.72}$ kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{50851.96}$ kN

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{57680.00}$ cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{10820.00}$ cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{361.03}$ cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{3817000.00}$ cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{210000}$ MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{81000}$ MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{2.737}$ m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{2.100}$ m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{0.000}$ m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_o : \underline{18.61}$ cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{17.08}$ cm
	$i_z : \underline{7.40}$ cm
y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$y_o : \underline{0.00}$ mm
	$z_o : \underline{0.00}$ mm

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

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>352.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>13.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>47.52</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>72.00</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:

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.080} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N324, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}$$
: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 380.83 kN

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}}$$
 : 4992.10 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 : <u>1</u>
A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>197.80</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{4774.11} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.96}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.51}$$

$$\phi_z : \underline{0.57}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.32}$$

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

$$N_{cr} : \underline{50851.96} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{159629.72} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{50851.96} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.577} \quad \checkmark$$

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 N327, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP+1.05\cdot B(B)+1.5\cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{471.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{815.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{3232.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.188} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP+1.5\cdot V(270^\circ)H2+0.75\cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{48.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones $0.8\cdot PP+1.05\cdot B(B)+1.5\cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{52.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.254} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{259.55} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1019.99} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{70.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

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

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{24.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$22.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{22.07}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

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

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{31.68} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma. **d**: 352.00 mm
t_w: Espesor del alma. **t_w**: 13.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}**: 252.38 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y**: 265.00 MPa
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{Mo}**: 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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}**.

259.55 kN ≤ 509.99 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}**: 259.55 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}**: 1019.99 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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}**.

31.68 kN ≤ 1094.88 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}**: 31.68 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}**: 2189.76 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.838} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.763} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.611} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N327, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	N_{c,Ed} : $\underline{361.58}$ kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo p ^{ésimos} , según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : $\underline{471.04}$ kN·m M_{z,Ed} : $\underline{52.43}$ 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} : $\underline{4992.10}$ 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} : $\underline{815.70}$ kN·m M_{pl,Rd,z} : $\underline{278.63}$ kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : $\underline{197.80}$ 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} : $\underline{3232.00}$ cm ³ W_{pl,z} : $\underline{1104.00}$ cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{252.38}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\underline{265.00}$ MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : $\underline{1.05}$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} :$ <u>1.00</u>
	$C_{m,z} :$ <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y :$ <u>1.00</u>
	$\chi_z :$ <u>0.96</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y :$ <u>0.18</u>
	$\bar{\lambda}_z :$ <u>0.32</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y :$ <u>0.60</u>
	$\alpha_z :$ <u>0.60</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H1.

$$259.55 \text{ kN} \leq 508.76 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} :$ <u>259.55</u> kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} :$ <u>1017.52</u> kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

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

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed} :$ <u>0.13</u> kN·m
--	-------------------------------

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

$$M_{T,Rd} : \underline{21.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T &: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W}_T &: \underline{150.43} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd} &: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd} &: \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_y &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f}_y &: \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.255} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$\mathbf{V}_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{259.55} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed} : \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{1017.52} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{pl,Rd} &: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \mathbf{V}_{pl,Rd} &: \underline{1019.99} \text{ kN} \\ \tau_{T,Ed} &: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \tau_{T,Ed} &: \underline{0.88} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T &: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W}_T &: \underline{150.43} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd} &: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd} &: \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_y &: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f}_y &: \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0} &: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

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

Se debe satisfacer:

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{31.68} \text{ kN}$$

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.
El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{2184.38} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.89} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \underline{150.43} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N324, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

$$\mathbf{N}_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N}_{c,Ed} : \underline{228.30} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N}_{c,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \underline{4446.75} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{224.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{224.81} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.85}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N}_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N}_{b,Rd} : \underline{4057.92} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{224.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{224.81} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{f_y} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.85}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.91}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.52}$$

$$\phi_z : \underline{0.61}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.16}$$

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

$$N_{cr} : \underline{50851.96} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{159629.72} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{50851.96} \text{ kN}$$

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

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.352} \quad \checkmark$$

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 N327, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{255.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{726.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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. $W_{pl,y} : 3232.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 224.81 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 224.81 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.85$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.070$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : 16.26 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : 17.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{c,Rd} : 248.19 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : 1104.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 224.81 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{224.81}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.85}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.152}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{137.72}$ kN

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

$V_{c,Rd} : \underline{908.56}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{70.00}$ cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{197.80}$ cm²

b : Ancho de la sección. $b : \underline{300.00}$ mm

t_f : Espesor del ala. $t_f : \underline{24.00}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{13.50}$ mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : \underline{27.00}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{224.81}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{224.81}$ MPa

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.85}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$22.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{22.07}$$

$\lambda_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\text{máx}} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

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

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)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{10.48} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1950.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A**: 197.80 cm²
d: Altura del alma. **d**: 352.00 mm
t_w: Espesor del alma. **t_w**: 13.50 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}**: 224.81 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}**: 224.81 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y**: 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}**: 0.85

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}**: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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}**.

$$137.72 \text{ kN} \leq 454.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}**: 137.72 kN

V_{C,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{C,Rd}**: 908.56 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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}**.

$$10.48 \text{ kN} \leq 975.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 10.48 kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{c,Rd}** : 1950.55 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.472 ✓

η : 0.445 ✓

η : 0.337 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N327, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 223.59 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{y,Ed}** : 255.66 kN·m

M_{z,Ed} : 17.38 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}** : 4446.75 kN

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. **M_{pl,Rd,y}** : 726.59 kN·m

M_{pl,Rd,z} : 248.19 kN·m

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

A: Área de la sección bruta. **A** : 197.80 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}** : 3232.00 cm³

W_{pl,z} : 1104.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 224.81 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 224.81 MPa

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.85}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

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

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

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

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

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.91}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.37}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(0^\circ)H1$.

$$137.72 \text{ kN} \leq 453.89 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{137.72} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{907.79} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{19.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{150.43} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{224.81} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{224.81} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.85}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.152} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{137.72} \text{ kN}$$

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{907.79} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 908.56$ kN
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.28$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 150.43$ cm³
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 224.81$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 224.81$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.85$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.005$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 10.48$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.04$ kN·m

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

$V_{pl,T,Rd} : 1948.89$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 1950.55$ kN
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.28$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{150.43} \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{224.81} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{224.81} \text{ MPa}$

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

$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta} : \underline{0.85}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

4.7. Pilar edificio de oficinas Tipo 3

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N325/N326	N329/N326	HE 280 B (HEB)	3.000	0.70	0.91	-	-
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	N329/N326

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	146.09
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 280 B	6.000	6.000	6.000	0.079	0.079	0.079	618.89	618.89	618.89

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.429 m	0.857 m	1.071 m	1.500 m	1.929 m	2.357 m	2.571 m	3.000 m	
N325/N326	Acero laminado	N _{mín}	193.272	192.686	192.101	191.808	191.223	190.637	190.052	189.759	189.174	
		N _{máx}	-59.557	-59.210	-58.863	-58.690	-58.343	-57.996	-57.649	-57.476	-57.129	
		Vy _{mín}	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320	-16.320
		Vy _{máx}	14.760	14.760	14.760	14.760	14.760	14.760	14.760	14.760	14.760	14.760
		Vz _{mín}	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277	-1.277
		Vz _{máx}	158.501	158.501	158.501	158.501	158.501	158.501	158.501	158.501	158.501	158.501
		Mt _{mín}	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
		Mt _{máx}	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		My _{mín}	-8.31	-7.76	-7.21	-6.94	-33.66	-101.59	-169.52	-203.49	-271.41	
		My _{máx}	204.09	136.16	68.23	34.27	-6.39	-5.84	-5.30	-5.02	-4.48	
		Mz _{mín}	-22.30	-15.30	-8.31	-4.81	-2.05	-8.37	-14.69	-17.85	-24.18	
Mz _{máx}	20.10	13.78	7.45	4.29	2.18	9.18	16.17	19.67	26.66			

2.1.2. 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)
N329/N326	1.714	2.14	2.143	2.90	1.929	4.15	2.143	3.93
	1.714	L/(>1000)	5.357	L/(>1000)	1.714	L/(>1000)	2.143	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N325/N326

Perfil: HE 280 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N325	N326	3.000	131.40	19270.00	6595.00	146.09
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	0.70	0.91	0.00	0.00		
L _K	2.100	2.737	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 131.23 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 538.0 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.34} \quad \checkmark$$

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.

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

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

$$\text{A} : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

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

$$\text{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 30995.26 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. $N_{cr,y}$: 53329.83 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 30995.26 kN

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>19270.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>6595.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>146.09</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1130000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.737</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.100</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>14.03</u> cm

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>12.11</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>7.08</u> cm
	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$23.24 \leq 169.50$ ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>244.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>25.62</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>50.40</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:

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.058} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.063} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N325, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H3$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}$$
: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: 193.27 kN

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}}$$
 : 3316.29 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 : <u>1</u>
A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>131.40</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{3087.86} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.98}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{0.59}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de imperfección elástica.} \quad \alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.34}$$

$$N_{cr}: \text{Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:} \quad N_{cr} : \underline{30995.26} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y}: \text{Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.} \quad N_{cr,y} : \underline{53329.83} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z}: \text{Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.} \quad N_{cr,z} : \underline{30995.26} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T}: \text{Axil crítico elástico de pandeo por torsión.} \quad N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.701} \quad \checkmark$$

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 N326, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP+1.05\cdot B(B)+1.5\cdot V(0^\circ)H3$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{271.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{387.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1534.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.147} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP+1.05\cdot B(B)+1.5\cdot V(270^\circ)H2+0.75\cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{26.66} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones $0.8\cdot PP+1.5\cdot V(0^\circ)H3$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{24.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{181.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{717.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

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

$$V_{Ed} : \underline{158.50} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{599.31} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{41.13} \text{ cm}^2$$

Siendo:

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

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{280.00} \text{ mm}$$

t_f: Espesor del ala.

$$t_f : \underline{18.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{24.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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:

$$18.67 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{18.67}$$

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

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

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

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)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{16.32} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1541.34} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{105.78} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{244.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38$ MPa

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. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$158.50 \text{ kN} \leq 299.66 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 158.50$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 599.31$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$16.32 \text{ kN} \leq 770.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 16.32$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 1541.34$ kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.883} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.836} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.609} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N326, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H3.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>183.04</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>271.41</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>22.97</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>3316.29</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>387.15</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>181.11</u> kN·m

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

A : Área de la sección bruta.	A : <u>131.40</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>1534.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>717.60</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.00}$$

C_{m,y} , C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	C_{m,y} : <u>1.00</u> C_{m,z} : <u>1.00</u>
---	--

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

$$\chi_y : \underline{0.98}$$

$$\chi_z : \underline{0.93}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.34}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

$$158.50 \text{ kN} \leq 299.06 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{158.50} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{598.12} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

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

$$M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{T,Rd} : \underline{11.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.265} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H3.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{158.50} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{598.12} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{599.31} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{0.72} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{16.32} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$V_{pl,T,Rd} : \underline{1539.42} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{1541.34} \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.45} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.051} \checkmark$

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N325, para la combinación de acciones $PP + 0.3 \cdot B(B) + 0.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 116.48$ kN

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

$N_{c,Rd} : 2304.57$ 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 : 1

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

A : 131.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 175.39 MPa

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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:

$N_{b,Rd} : 2075.72$ kN

Donde:

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

A : 131.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 175.39 MPa

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

	χ_y :	<u>0.95</u>
	χ_z :	<u>0.90</u>
Siendo:	ϕ_y :	<u>0.57</u>
	ϕ_z :	<u>0.62</u>
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y :	<u>0.49</u>
	α_z :	<u>0.49</u>
$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.	$\bar{\lambda}_y$:	<u>0.30</u>
	$\bar{\lambda}_z$:	<u>0.39</u>
$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{\lambda,\theta}$:	<u>1.17</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} :	<u>30995.26</u> kN
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$:	<u>53329.83</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$:	<u>30995.26</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	<u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

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 N326, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{143.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{269.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1534.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{175.39}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.66}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.080}$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{10.05}$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{6.48}$ kN·m

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

$M_{c,Rd} : \underline{125.86}$ kN·m

Donde:

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

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{717.60}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{175.39}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{175.39}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.66</u>
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.200} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{83.16} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{416.48} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{41.13} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>131.40</u> cm ²
b : Ancho de la sección.	b : <u>280.00</u> mm
t_f : Espesor del ala.	t_f : <u>18.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.50</u> mm
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>24.00</u> mm

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta} : \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.66</u>

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

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:

$$18.67 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 18.67

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ε : Factor de reducción. ε : 0.94

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.11 kN

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1071.12} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 105.78 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 131.40 cm²

d : Altura del alma. d : 244.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 10.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta}$: 175.39 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$83.16 \text{ kN} \leq 208.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 83.16 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 416.48 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$6.11 \text{ kN} \leq 535.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.11 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1071.12 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.636 ✓

η : 0.621 ✓

η : 0.429 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N326, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$: 113.44 kN

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

$M_{y,Ed}$: 143.95 kN·m

$M_{z,Ed}$: 6.47 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.

$N_{pl,Rd}$: 2304.57 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.

$M_{pl,Rd,y}$: 269.04 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 125.86 kN·m

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

A: Área de la sección bruta.

A : 131.40 cm²

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

$W_{pl,y}$: 1534.00 cm³

$W_{pl,z}$: 717.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 175.39 MPa

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : \underline{1.01}$

$k_z : \underline{1.01}$

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

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

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

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

$\chi_y : \underline{0.95}$

$\chi_z : \underline{0.90}$

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

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.30}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.39}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

$$83.16 \text{ kN} \leq 208.03 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{83.16} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : \underline{416.06} \text{ kN}$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$M_{T,Rd} : 8.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 81.16 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 175.39 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 175.39 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.66$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.200$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 83.16 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

$V_{pl,T,Rd} : 416.06 \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 416.48 \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.26 \text{ MPa}$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \quad \mathbf{W}_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f}_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f}_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k}_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k}_{y,\theta} : \underline{0.66}$$

$$\mathbf{\gamma}_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma}_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{6.11} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{1070.54} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V}_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V}_{pl,Rd} : \underline{1071.12} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau}_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau}_{T,Ed} : \underline{0.14} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \quad \mathbf{W}_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f}_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

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

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

4.8. Cordón superior cercha de pórtico interior

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N173/N175	N163/N166	#170x6 (Huecos cuadrados)	2.792	0.00	1.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N163/N166

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	#170x6, (Huecos cuadrados)	38.09	16.40	16.40	1674.89	1674.89	2710.48
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	Huecos cuadrados	#170x6	25.125	25.125	25.125	0.096	0.096	0.096	751.34	751.34	751.34

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.399 m	0.598 m	0.997 m	1.396 m	1.795 m	2.193 m	2.393 m	2.792 m
N173/N175	Acero laminado	N _{min}	515.409	515.254	515.176	515.022	514.867	514.712	514.557	514.479	514.324
		N _{máx}	370.045	370.109	370.140	370.204	370.267	370.331	370.394	370.426	370.490
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-15.325	-10.984	-8.814	-4.473	-0.133	-3.174	-6.457	-8.098	-11.381
		Vz _{máx}	11.599	8.316	6.675	3.426	0.184	4.211	8.551	10.722	15.063
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	-5.82	-0.57	-1.02	-3.01	-3.71	-3.10	-1.18	-0.35	-5.45
		My _{máx}	4.67	0.72	1.42	4.07	4.99	4.17	1.63	0.42	4.26
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)
N163/N166	13.161	0.00	12.961	39.54	13.161	0.00	12.961	52.85
	-	L/(>1000)	12.961	L/635.5	-	L/(>1000)	12.762	L/646.4

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N173/N175

Perfil: #170x6						
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)
N173	N175	2.792	38.09	1674.89	1674.89	2710.48
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	2.792	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 171.96 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 613.5 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.48} \quad \checkmark$$

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 38.09 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} : 4454.40 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.

$$N_{cr,y} : \underline{4454.40} \text{ kN}$$

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

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{1674.89} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{1674.89} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2710.48} \text{ cm}^4$$

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.

$$L_{ky} : \underline{2.792} \text{ m}$$

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.

$$i_0 : \underline{9.38} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{6.63} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.63} \text{ cm}$$

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 - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.33 \leq 312.34 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>158.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>18.96</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>10.20</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.371} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N175, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 370.49 kN

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 997.72 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>38.09</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.517} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.607} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{515.41} \text{ kN}$

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

$N_{c,Rd} : \underline{997.72} \text{ kN}$

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 : 38.09 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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:

$N_{b,Rd} : \underline{849.42} \text{ kN}$

Donde:

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

A : 38.09 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.85

Siendo:

φ_y : 0.69

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.48}$$

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

$$N_{cr} : \underline{4454.40} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{4454.40} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.096} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{4.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{5.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{60.61} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{231.41} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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 flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{15.33} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{286.70} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.96} \text{ cm}^2$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{158.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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:

$$26.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{26.33}$$

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

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

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$15.33 \text{ kN} \leq 143.35 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

V_{Ed} : 15.33 kN

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

$V_{c,Rd}$: 286.70 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.612} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.719} \quad \checkmark$$

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N173, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : $\underline{515.41}$ kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : $\underline{5.80}$ kN·m M_{z,Ed} : $\underline{0.00}$ 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 : $\underline{1}$
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : $\underline{997.72}$ 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} : $\underline{60.61}$ kN·m M_{pl,Rd,z} : $\underline{60.61}$ kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : $\underline{38.09}$ 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} : $\underline{231.41}$ cm ³ W_{pl,z} : $\underline{231.41}$ cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\underline{261.90}$ MPa

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.	γ_{M1} : $\underline{1.05}$

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$\underline{k_y : 1.17}$$

$$\underline{k_z : 1.00}$$

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

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

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

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

$$\underline{\chi_y : 0.85}$$

$$\underline{\chi_z : 1.00}$$

λ̄_y, **λ̄_z**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{\bar{\lambda}_y : 0.48}$$

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

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

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

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

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$15.33 \text{ kN} \leq 143.35 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{aligned} V_{Ed,z}: & \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} & V_{Ed,z} : & \frac{15.33}{\quad} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: & \text{ Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,z} : & \frac{286.70}{\quad} \text{ kN} \end{aligned}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.066} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N175, para la combinación de acciones $PP + 0.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$$N_{t,Ed}: \text{ Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{30.22} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{458.28} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{38.09} \text{ cm}^2$
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{120.30} \text{ MPa}$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{120.30} \text{ MPa}$

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

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.44}$

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.486} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.621} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{222.83} \text{ kN}$

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

$$N_{c,Rd} : \underline{458.28} \text{ kN}$$

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. $A : \underline{38.09} \text{ cm}^2$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{120.30} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{120.30}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.44}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

$N_{b,Rd} : \underline{359.09}$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A : \underline{38.09}$ cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{120.30}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{120.30}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.44}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : \underline{0.78}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{0.78}$

α : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_y : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}_y : \underline{0.60}$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{\lambda,\theta} : \underline{1.24}$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr} : \underline{4454.40}$ kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>4454.40</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>∞</u>
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.081} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^+}$$
: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+** : 0.84 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$$\mathbf{M_{Ed}^-}$$
: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^-** : 2.26 kN·m

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}}$$
 : 27.84 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.

$$\mathbf{Clase}$$
 : 1

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

$$\mathbf{W_{pl,y}}$$
 : 231.41 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}}$$
 : 120.30 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}}$$
 : 120.30 MPa

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}}$$
 : 0.44

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}$$
 : 1.00

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N173, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{6.09} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{131.69} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{18.96} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{158.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{6.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{120.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{120.30} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.44}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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:

$$26.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{26.33}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} & \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa} \\ f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$6.09 \text{ kN} \leq 65.84 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{6.09} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{131.69} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.567} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.722} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.547} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen en el nudo N173, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo p _s imo.	N_{c,Ed} : <u>222.83</u> kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo p _s imos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} ⁻ : <u>2.26</u> kN·m M_{z,Ed} ⁺ : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>458.28</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>27.84</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>27.84</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>38.09</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>231.41</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>231.41</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>120.30</u> MPa

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{120.30} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.44}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

k_y, **k_z**: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k_y} : \underline{1.25}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: 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.

$$\chi_y : \underline{0.78}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.60}$$

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

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·V(0°)H4.

$$6.09 \text{ kN} \leq 65.84 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{6.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{131.69} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

4.9. Cordón inferior cercha de pórtico interior

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N174/N176	N167/N168	#160x6 (Huecos cuadrados)	2.792	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	N167/N168

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	#160x6, (Huecos cuadrados)	35.69	15.40	15.40	1381.75	1381.75	2246.45
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	Huecos cuadrados	#160x6	22.333	22.333	22.333	0.080	0.080	0.080	625.78	625.78	625.78

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.399 m	0.798 m	0.997 m	1.396 m	1.795 m	2.193 m	2.393 m	2.792 m
N174/N176	Acero laminado	N _{min}	335.674	335.666	335.657	335.653	335.644	335.635	335.626	335.622	335.613
		N _{máx}	442.643	442.657	442.672	442.679	442.694	442.709	442.724	442.731	442.746
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.574	-0.427	-0.279	-0.206	-0.058	0.040	0.127	0.171	0.258
		Vz _{máx}	-0.257	-0.169	-0.082	-0.039	0.049	0.185	0.332	0.406	0.553
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	-1.04	-0.95	-0.90	-0.89	-0.89	-0.92	-0.99	-1.04	-1.16
		My _{máx}	1.01	1.21	1.35	1.39	1.45	1.44	1.37	1.32	1.17
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)	
N167/N168	0.000	0.00	11.964	30.98	0.000	0.00	11.964	41.39	
	-	L/(>1000)	11.964	L/720.9	-	L/(>1000)	11.765	L/734.3	

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N174/N176

Perfil: #160x6						
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)
N174	N176	2.792	35.69	1381.75	1381.75	2246.45
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	1.00	0.00	0.00
L _k			2.792	2.792	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 172.31 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 614.0 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.52} \quad \checkmark$$

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 :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 35.69 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} :** 3674.79 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.

$$N_{cr,y} : \underline{3674.79} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{3674.79} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{1381.75} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{1381.75} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{2246.45} \text{ cm}^4$$

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.

$$L_{ky} : \underline{2.792} \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : \underline{2.792} \text{ m}$$

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.

$$i_0 : \underline{8.80} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{6.22} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{6.22} \text{ cm}$$

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 - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$24.67 \leq 311.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>148.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>17.76</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>9.60</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:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.474} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·B(B)+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{442.75} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{934.87} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>35.69</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.359} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.431} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{335.67} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{934.87} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{35.69} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{779.24} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{35.69} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

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

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.83}$$

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

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{0.71}$$

$$\mathbf{\phi_z} : \underline{0.71}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha_y} : \underline{0.49}$$

$$\mathbf{\alpha_z} : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.52$$

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

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

$$N_{cr} : 3674.79 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 3674.79 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 3674.79 \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.027 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.595 m del nudo N174, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

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

$$M_{Ed}^+ : 1.45 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.595 m del nudo N174, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

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

$$M_{Ed}^- : 0.90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 53.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 203.43 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{0.57} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{268.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{17.76} \text{ cm}^2$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{148.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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:

$$24.67 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.67}$$

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

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

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.57 \text{ kN} \leq 134.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

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

V_{Ed} : 0.57 kN

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

$V_{c,Rd}$: 268.55 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.501} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.595 m del nudo N174, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: $\frac{442.70}{}$ kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: $\frac{1.45}{}$ kN·m
	$M_{z,Ed}^+$: $\frac{0.00}{}$ 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 : $\frac{1}{}$
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$: $\frac{934.87}{}$ 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.	$M_{pl,Rd,y}$: $\frac{53.28}{}$ kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: $\frac{53.28}{}$ kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$: $\frac{0.00}{}$ kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$: $\frac{0.00}{}$ MPa
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com}$: $\frac{203.43}{}$ cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : $\frac{35.69}{}$ cm ²
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y}$: $\frac{53.28}{}$ kN·m

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot Q(G1)$.

$$0.57 \text{ kN} \leq 134.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$: $\frac{0.57}{}$ kN
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$: $\frac{268.55}{}$ kN

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente
(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 - Temperatura ambiente
(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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.462} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{197.59} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{428.10} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{35.69} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.44}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.047} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.062} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{20.09} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{428.10} \text{ kN}$$

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.

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{35.69} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

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

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

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.44}$$

$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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

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

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{325.19} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\mathbf{A} : \underline{35.69} \text{ cm}^2$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{119.93}$ MPa

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.44}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : \underline{0.76}$

$\chi_z : \underline{0.76}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{0.82}$

$\phi_z : \underline{0.82}$

α : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_y : \underline{0.49}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

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

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.64}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{0.64}$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{\lambda,\theta} : \underline{1.24}$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr} : \underline{3674.79}$ kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : \underline{3674.79}$ kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{3674.79}$ kN

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

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.027}$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.396 m del nudo N174, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{24.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{203.43} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.44}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N174, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.41} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{122.97} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{17.76} \text{ cm}^2$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{148.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{119.93} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.44}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$24.67 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.67}$$

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

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

ε : Factor de reducción.

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

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.41 \text{ kN} \leq 61.49 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.41 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 122.97 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.489} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.595 m del nudo N174, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

Donde:

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

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

$$N_{t,Ed} : \underline{197.56} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.67} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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.

$$N_{pl,Rd} : 428.10 \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : 24.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 24.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : 0.00 \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : 203.43 \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : 35.69 \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : 24.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·V(0°)H4.

$$0.41 \text{ kN} \leq 61.49 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 0.41 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 122.97 \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio

(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

4.10. Diagonal cercha de pórtico interior

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N176/N175	N176/N175	#120x4 (Huecos cuadrados)	3.861	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	N176/N175

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación	.		(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	#120x4, (Huecos cuadrados)	18.00	7.73	7.73	396.40	396.40	638.85
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.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	Huecos cuadrados	#120x4	3.861	3.861	3.861	0.007	0.007	0.007	54.55	54.55	54.55

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.483 m	0.965 m	1.448 m	1.931 m	2.413 m	2.896 m	3.378 m	3.861 m
N176/N175	Acero laminado	N _{min}	-89.909	-89.861	-89.814	-89.766	-89.718	-89.671	-89.623	-89.575	-89.527
		N _{max}	104.410	104.491	104.571	104.652	104.732	104.813	104.893	104.974	105.054
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{max}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	-0.163	-0.123	-0.082	-0.041	0.000	0.024	0.048	0.073	0.097
		Vz _{max}	-0.097	-0.073	-0.048	-0.024	0.000	0.041	0.082	0.123	0.163
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{max}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	0.00	0.04	0.07	0.09	0.09	0.09	0.07	0.04	0.00
		My _{max}	0.00	0.07	0.12	0.15	0.16	0.15	0.12	0.07	0.00
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{max}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)
N176/N175	3.378	0.00	1.931	0.22	3.378	0.00	3.137	0.00
	-	L/(>1000)	1.931	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N176/N175

Perfil: #120x4						
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)
N176	N175	3.861	18.00	396.40	396.40	638.85
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			3.861	3.861	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 257.47 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 613.0 °C						
Pintura intumescente: 0.6 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.95} \quad \checkmark$$

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 : 1

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

A : 18.00 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} : 551.09 kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : 551.09 \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 551.09 \text{ kN}$

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 396.40 \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 396.40 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 638.85 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 0.00 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000 \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 3.861 \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 3.861 \text{ m}$

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

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_0 : 6.64 \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 4.69 \text{ cm}$
 $i_z : 4.69 \text{ cm}$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $y_0 : 0.00 \text{ mm}$

$z_0 : 0.00 \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$28.00 \leq 313.00 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>112.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>8.96</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>4.80</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>275.00</u> MPa

Siendo:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.223} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N175, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q(G1).

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 105.05 kN

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 471.37 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>18.00</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.191} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.334} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{89.91}$ kN

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

$N_{c,Rd} : \underline{471.37}$ 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 : 18.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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:

$N_{b,Rd} : \underline{269.08}$ kN

Donde:

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

A : 18.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.57

χ_z : 0.57

Siendo:

φ_y : 1.13

φ_z : 1.13

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.95$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

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

$$N_{cr} : 551.09 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : 551.09 \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : 551.09 \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.008 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.931 m del nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$M_{Ed}^+ : 0.16 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : 20.27 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,y} : 77.39 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.16} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{135.48} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{8.96} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{112.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{4.00} \text{ mm}$$

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

Siendo:

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

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

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:

$$\mathbf{28.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{28.00}$$

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

$$\epsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.92}$$

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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.14 \text{ kN} \leq 67.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.241 m del nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

V_{Ed} : 0.14 kN

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

$V_{c,Rd}$: 135.48 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.339} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.337} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.931 m del nudo N176, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: $\frac{89.72}{}$ kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+$: $\frac{0.09}{}$ kN·m $M_{z,Ed}^+$: $\frac{0.00}{}$ 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 : $\frac{1}{}$
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: $\frac{471.37}{}$ 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.	$M_{pl,Rd,y}$: $\frac{20.27}{}$ kN·m $M_{pl,Rd,z}$: $\frac{20.27}{}$ kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : $\frac{18.00}{}$ cm ²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$: $\frac{77.39}{}$ cm ³ $W_{pl,z}$: $\frac{77.39}{}$ cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\frac{261.90}{}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\frac{275.00}{}$ MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : $\frac{1.05}{}$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \frac{1.25}{}$$

$$k_z : \frac{1.25}{}$$

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

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

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

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

$$\chi_y : \frac{0.57}{}$$

$$\chi_z : \frac{0.57}{}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.95}{}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.95}{}$$

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

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

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

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 0.241 m del nudo N176, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.14 \text{ kN} \leq 67.74 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.14} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{135.48} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.219} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N175, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{47.51} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} : \underline{217.08} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 18.00 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 120.62 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 120.62 MPa

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

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.44

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.021 ✓

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(90°)H1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 4.67 kN

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

N_{c,Rd} : 217.08 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** : 18.00 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 120.62 MPa

Siendo:

f_{y,θ} : 120.62 MPa

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.44}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{96.47} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{18.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{120.62} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{120.62} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.44}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.44}$$

$$\chi_z : \underline{0.44}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.43}$$

$$\phi_z : \underline{1.43}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.18}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.24}$$

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

$$N_{cr} : \underline{551.09} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>551.09</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>551.09</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.931 m del nudo N176, para la combinación de acciones PP.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{9.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{77.39} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{120.62} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta} : \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{120.62} \text{ MPa}$$

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

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

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.44}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N176, para la combinación de acciones PP.

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

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{62.40} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{8.96} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{112.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{120.62} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{120.62} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.44}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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:

$$\mathbf{28.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 28.00

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

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.92

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.11 \text{ kN} \leq 31.20 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.241 m del nudo N176, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.11 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 62.40 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.230} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.931 m del nudo N176, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

Donde:

N_{t,Ed} : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	N_{t,Ed} : $\underline{47.28}$ kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : $\underline{0.12}$ kN·m M_{z,Ed}⁺ : $\underline{0.00}$ 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 : $\underline{1}$
N_{pl,Rd} : Resistencia a tracción.	N_{pl,Rd} : $\underline{217.08}$ 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} : $\underline{9.33}$ kN·m M_{pl,Rd,z} : $\underline{9.33}$ kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
M_{ef,Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	M_{ef,Ed} : $\underline{0.00}$ kN·m

Siendo:

σ_{com,Ed} : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	σ_{com,Ed} : $\underline{0.00}$ MPa
W_{y,com} : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	W_{y,com} : $\underline{77.39}$ cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : $\underline{18.00}$ cm ²
M_{b,Rd,y} : Momento flector resistente de cálculo.	M_{b,Rd,y} : $\underline{9.33}$ kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 0.241 m del nudo N176, para la combinación de acciones PP.

$$0.11 \text{ kN} \leq 31.20 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{0.11}{\quad} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \frac{62.40}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

4.11. Jácena pórtico de fachada

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

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

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N303/N307	N280/N283	IPE 200 (IPE)	8.375	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	N280/N283

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	IPE	IPE 200	25.125	25.125	25.125	0.072	0.072	0.072	562.10	562.10	562.10

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.256 m	2.094 m	3.350 m	4.187 m	5.444 m	6.281 m	7.537 m	8.375 m
N303/N307	Acero laminado	N _{min}	169.426	169.234	169.108	168.919	168.794	168.619	168.521	168.374	168.277
		N _{máx}	96.448	96.719	96.898	97.165	97.341	97.604	97.778	98.037	98.209
		Vy _{min}	-1.884	-1.120	-0.679	-0.122	-0.216	-0.553	-0.712	-0.852	-0.878
		Vy _{máx}	1.772	1.036	0.612	0.076	0.216	0.533	0.698	0.843	0.870
		Vz _{min}	-23.312	-16.207	-11.484	-4.419	-0.346	-7.554	-12.943	-21.038	-26.442
		Vz _{máx}	27.323	19.298	13.940	5.892	0.541	7.341	12.012	18.999	23.644
		Mt _{min}	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
		Mt _{máx}	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
		My _{min}	-32.82	-8.00	-2.67	-14.96	-17.64	-13.22	-4.78	-17.17	-35.02
		My _{máx}	40.72	11.43	3.61	13.59	15.32	10.56	2.85	16.71	36.59
		Mz _{min}	-2.54	-0.67	-0.30	-0.72	-0.65	-0.16	-0.53	-1.42	-2.14
		Mz _{máx}	2.15	0.40	0.21	0.59	0.56	0.10	0.39	1.39	2.11

2.1.2. 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)
N280/N283	3.769	34.84	20.937	24.03	3.769	59.72	4.187	38.02
	3.769	L/721.2	20.937	L/348.0	3.769	L/735.1	20.937	L/350.7

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N303/N307

Perfil: IPE 200						
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)
N303	N307	8.375	28.50	1943.00	142.00	6.92
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	8.333	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 289.49 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 644.0 °C						
Pintura intumescente: 0.6 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.16} \quad \checkmark$$

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: 1

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

A: 28.50 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}: 579.90 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.

$$N_{cr,y} : \underline{579.90} \text{ kN}$$

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

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{1943.00} \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{6.92} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13000.00} \text{ cm}^6$$

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.

$$L_{ky} : \underline{8.333} \text{ m}$$

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.

$$i_0 : \underline{8.55} \text{ cm}$$

Siendo:

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

$$i_y : \underline{8.26} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

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 - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>183.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>10.25</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>8.50</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:

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.132} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>98.21</u> kN
--	--

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

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{746.43} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>28.50</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.227} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.410} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{169.43} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{746.43} \text{ kN}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $\mathbf{N_{b,Rd}}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$\mathbf{N_{b,Rd}} : \underline{413.58} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.55}$$

Siendo:

$$\mathbf{\phi_y} : \underline{1.28}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\mathbf{\alpha_y} : \underline{0.21}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 1.16$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 579.90 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 579.90 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \infty$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.703 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 40.72 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 32.82 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 57.88 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.218} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{11.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.129} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{27.32} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{211.94} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{A} : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad \mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{b} : \text{Ancho de la sección.} & \quad \mathbf{b} : \underline{100.00} \text{ mm} \\ \mathbf{t_f} : \text{Espesor del ala.} & \quad \mathbf{t_f} : \underline{8.50} \text{ mm} \\ \mathbf{t_w} : \text{Espesor del alma.} & \quad \mathbf{t_w} : \underline{5.60} \text{ mm} \\ \mathbf{r} : \text{Radio de acuerdo entre ala y alma.} & \quad \mathbf{r} : \underline{12.00} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_y} : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma_{M0}} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

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:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{28.39}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\epsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f_{ref}} : \text{Límite elástico de referencia.} & \quad \mathbf{f_{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{f_y} : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.88} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{275.99} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{183.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$27.32 \text{ kN} \leq 105.97 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{27.32} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{211.94} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$1.88 \text{ kN} \leq 137.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.88} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{275.99} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.670} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.864} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.617} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{168.99} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{15.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed}^+ : \underline{2.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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. $N_{pl,Rd} : \underline{746.43} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{57.88} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{11.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : $\underline{28.50} \text{ cm}^2$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$
 $W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.33$

$k_z : 1.00$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y} : 1.00$

$C_{m,z} : 1.00$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\chi_y : 0.55$

$\chi_z : 1.00$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y : 1.16$

$\bar{\lambda}_z : 0.00$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\alpha_y : 0.60$

$\alpha_z : 0.60$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (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 $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$27.32 \text{ kN} \leq 105.65 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : 27.32$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z} : 211.29$ kN

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.020 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.03 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd} : 1.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 8.14 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00 \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.129$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N303, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 27.32 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : 211.29 \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 211.94 \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 1.15 \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 8.14 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N303, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H3.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.88} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{273.85} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{275.99} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{2.92} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.123} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H3.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : 35.29$ kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} : 286.01$ kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : 28.50$ cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 100.36$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 100.36$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.36$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.196$ ✓

$\eta : 0.611$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 56.10$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : 286.01$ 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 : 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 100.36 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 100.36 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.36

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

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} : 91.76 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 100.36 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 100.36 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.36

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.32

Siendo:

φ_y : 1.91

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.48}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.27}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{579.90} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{579.90} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: 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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.631} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{7.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{14.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{22.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta} : \underline{0.36}$
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.188} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{4.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$\mathbf{W_{pl,z}} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\mathbf{f_{y,\theta}}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\mathbf{k_{y,\theta}}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$\mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.36}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.118} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N307, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{9.55} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{81.21} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

\mathbf{A} : Área bruta de la sección transversal de la barra.	$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$
\mathbf{b} : Ancho de la sección.	$\mathbf{b} : \underline{100.00} \text{ mm}$
$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala.	$\mathbf{t_f} : \underline{8.50} \text{ mm}$
$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma.	$\mathbf{t_w} : \underline{5.60} \text{ mm}$
\mathbf{r} : Radio de acuerdo entre ala y alma.	$\mathbf{r} : \underline{12.00} \text{ mm}$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.36}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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:

$$\mathbf{28.39} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{28.39}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.006}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N303, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.63}$ kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{105.75}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{18.25}$ cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{28.50}$ cm²

d : Altura del alma. $d : \underline{183.00}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{5.60}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{100.36}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{100.36}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : 275.00$ MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta} : 0.36$
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

9.55 kN ≤ 40.60 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 9.55$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 81.21$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

0.63 kN ≤ 52.88 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.63$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 105.75$ kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.390} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.753} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.385} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N307, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>55.16</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>0.84</u> kN·m M_{z,Ed}⁺ : <u>0.71</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>286.01</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>22.18</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>4.48</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>28.50</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>221.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>44.60</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>100.36</u> MPa

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : <u>100.36</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : <u>0.36</u>
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : <u>1.00</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.48}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.00}$$

C_{m,y}, C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	C_{m,y} : <u>1.00</u>
---	--------------------------------------

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.32}$$

$$\chi_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.48}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

$$9.55 \text{ kN} \leq 40.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{9.55} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{81.13} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$M_{T,Ed}$: 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:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{100.36}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{100.36}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.36}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.118}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N307, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{9.55}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00}$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{81.13}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{81.21}$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.15}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{8.14}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{100.36}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{100.36}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} & \mathbf{k_{y,\theta}} & : \underline{0.36} \\
 & \mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma_{M,\theta}} & : \underline{1.00}
 \end{aligned}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N303, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.63} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{105.04} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \mathbf{V_{pl,Rd}} & : \underline{105.75} \text{ kN} \\
 & \mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \mathbf{\tau_{T,Ed}} & : \underline{0.97} \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W_T} & : \underline{8.14} \text{ cm}^3 \\
 & \mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f_{yd}} & : \underline{100.36} \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{100.36} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.36}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

4.12. Viga edificio de oficinas Tipo 1

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N320/N321	N320/N321	HE 280 B (HEB)	8.333	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	N320/N321

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	146.09
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.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material			Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación	Serie		Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 280 B	8.333	8.333	8.333	0.109	0.109	0.109	859.57	859.57	859.57

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.042 m	2.083 m	3.125 m	4.167 m	5.208 m	6.250 m	7.292 m	8.333 m	
N320/N321	Acero laminado	N _{min}	-52.919	-52.919	52.919	52.919	52.919	52.919	52.919	52.919	52.919	52.919
		N _{máx}	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523	-6.523
		Vy _{min}	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297	-1.297
		Vy _{máx}	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746	0.746
		Vz _{min}	185.081	138.980	92.879	46.779	-5.299	15.076	35.450	55.825	76.199	
		Vz _{máx}	-76.596	-56.222	35.847	15.473	6.527	51.665	97.766	143.867	189.968	
		Mt _{min}	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06
		Mt _{máx}	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
		My _{min}	-220.34	-57.26	19.99	57.34	73.20	58.08	21.14	-66.63	-240.50	
		My _{máx}	-75.56	-6.39	82.41	148.64	166.86	143.35	72.77	-5.47	-74.23	
		Mz _{min}	-5.43	-4.08	-2.73	-1.38	-0.03	-0.70	-1.48	-2.26	-3.03	
		Mz _{máx}	3.18	2.41	1.63	0.85	0.08	1.32	2.67	4.03	5.38	

2.1.2. 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 relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N320/N321	1.562	0.43	4.167	17.42	2.083	0.55	3.646
	1.562	L/(>1000)	4.167	L/478.4	1.562	L/(>1000)	3.646	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N320/N321

Perfil: HE 280 B Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N320	N321	8.333	131.40	19270.00	6595.00	146.09
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		8.333	8.333	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30 Factor de forma: 131.23 m-1 Temperatura máx. de la barra: 538.0 °C Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$\bar{\lambda}$: 1.33 ✓

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.

$$\mathbf{A} : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{1968.32} \text{ kN}$$

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.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{5751.26} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N}_{cr,z} : \underline{1968.32} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{19270.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\mathbf{I}_z : \underline{6595.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{I}_t : \underline{146.09} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\mathbf{I}_w : \underline{1130000.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\mathbf{G} : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\mathbf{L}_{ky} : \underline{8.333} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\mathbf{L}_{kz} : \underline{8.333} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\mathbf{L}_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\mathbf{i}_0 : \underline{14.03} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\mathbf{i}_y : \underline{12.11} \text{ cm}$$

$$\mathbf{i}_z : \underline{7.08} \text{ cm}$$

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\mathbf{y}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{z}_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$23.24 \leq 169.50 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>244.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>25.62</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>50.40</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:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(R)2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: <u>52.92</u> kN
--	--

La resistencia de cálculo a compresión **$N_{c,Rd}$** viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{3316.29} \text{ kN}$$

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 : <u>1</u>
A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>131.40</u> cm ²

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1248.14} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.74}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.90}$$

$$\phi_z : \underline{1.66}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.78}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.33}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1968.32} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{5751.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1968.32} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.621} \quad \checkmark$$

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 N321, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot B(B) + 0.9\cdot V(0^\circ)H4 + 0.75\cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{240.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{387.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1534.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N320, para la combinación de acciones $0.8\cdot PP + 1.5\cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{3.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N320, para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.05\cdot B(B) + 1.5\cdot V(0^\circ)H4 + 0.75\cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{5.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{181.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{717.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.317} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N321, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·B(B)+0.9·V(0°)H4+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{189.97} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{599.31} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{41.13} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{280.00} \text{ mm}$$

t_f: Espesor del ala.

$$t_f : \underline{18.00} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{24.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$18.67 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{18.67}$$

$$\lambda_{\text{máx}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{\text{máx}} : \underline{65.92}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$f_{\text{ref}}: \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{\text{ref}} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1541.34} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{105.78} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{244.00} \text{ mm}$$

$$t_w: \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{10.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

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 momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$185.08 \text{ kN} \leq 299.66 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 185.08 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 599.31 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$1.30 \text{ kN} \leq 770.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.30 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1541.34 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.662} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.666} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.446} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en el nudo N321, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo p ^s imo.	N_{c,Ed} : <u>52.00</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo p ^s imos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>240.50</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>4.58</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>3316.29</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>387.15</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>181.11</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>131.40</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>1534.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>717.60</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.01}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.06}$$

C_{m,y}, C_{m,z} : Factores de momento flector uniforme equivalente.	C_{m,y} : <u>1.00</u> C_{m,z} : <u>1.00</u>
---	--

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.74}$$

$$\chi_z : \underline{0.38}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.78}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.33}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H3$.

$$185.08 \text{ kN} \leq 299.36 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{185.08} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{598.71} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{11.83} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.317} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N321, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{189.85} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{598.62} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{599.31} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{0.42} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1540.84} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1541.34} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.045} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP + 0.3 \cdot B(B) + 0.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 30.96$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : 2304.57$ 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 : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 131.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 175.39 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.66

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

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:

$N_{b,Rd} : 680.52$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 131.40 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 175.39 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.66

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.59

Siendo:

$$\chi_z : \underline{0.30}$$

$$\phi_y : \underline{1.09}$$

$$\phi_z : \underline{2.05}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.91}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.56}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.17}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1968.32} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{5751.26} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1968.32} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.551} \quad \checkmark$$

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 N321, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{148.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{269.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1534.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{175.39}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.66}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.021}$ ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{0.00}$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N320, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{2.63}$ kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : \underline{125.86}$ kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{717.60}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{175.39}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{175.39}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{265.00}$ MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta} : \underline{0.66}$
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.288} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N321, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{119.84} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{416.48} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{41.13} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	$A : \underline{131.40}$ cm ²
b : Ancho de la sección.	$b : \underline{280.00}$ mm
t_f : Espesor del ala.	$t_f : \underline{18.00}$ mm
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{10.50}$ mm
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	$r : \underline{24.00}$ mm

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{265.00}$ MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta} : \underline{0.66}$
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

$$18.67 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{18.67}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

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)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.63} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1071.12} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{105.78} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{244.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 175.39$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 175.39$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.66$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$115.15 \text{ kN} \leq 208.24 \text{ kN}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 115.15$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 416.48$ kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$0.63 \text{ kN} \leq 535.56 \text{ kN}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.63$ kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1071.12 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.579 ✓

η : 0.590 ✓

η : 0.394 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N321, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 28.86 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 148.28 kN·m

$M_{z,Ed}$: 1.91 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.

$N_{pl,Rd}$: 2304.57 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.

$M_{pl,Rd,y}$: 269.04 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 125.86 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 131.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 1534.00 cm³

$W_{pl,z}$: 717.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 175.39 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 175.39 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.06}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.59}$$

$$\chi_z : \underline{0.30}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.91}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.56}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·B(B).

$$115.15 \text{ kN} \leq 208.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{115.15} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{416.48} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd} : 8.22 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 81.16 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 175.39 \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 175.39 \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.66$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.275 \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N321, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 114.41 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : 416.09 \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 416.48 \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.23 \text{ MPa}$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \quad \mathbf{W}_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f}_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f}_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k}_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k}_{y,\theta} : \underline{0.66}$$

$$\mathbf{\gamma}_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma}_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{0.63} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V}_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{1070.95} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V}_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V}_{pl,Rd} : \underline{1071.12} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau}_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau}_{T,Ed} : \underline{0.04} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & \quad \mathbf{W}_T : \underline{81.16} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad \mathbf{f}_{yd} : \underline{175.39} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta} : \underline{175.39} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.66

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

4.13. Viga edificio de oficinas Tipo 2

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N322/N320	N322/N320	HE 180 B (HEB)	7.500	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	N322/N320

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 180 B, (HEB)	65.30	37.80	11.63	3831.00	1363.00	42.21
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material			Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación	Serie		Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 180 B	7.500	7.500	7.500	0.049	0.049	0.049	384.45	384.45	384.45

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N322/N320	Acero laminado	N _{mín}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N _{máx}	14.539	14.539	14.539	14.539	14.539	14.539	14.539	14.539	14.539	14.539
		Vy _{mín}	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849	-0.849
		Vy _{máx}	1.488	1.488	1.488	1.488	1.488	1.488	1.488	1.488	1.488	1.488
		Vz _{mín}	-4.003	-3.366	-2.730	-2.093	-1.457	-1.041	-0.663	-0.286	0.091	
		Vz _{máx}	-0.492	-0.114	0.263	0.640	1.017	1.614	2.251	2.887	3.524	
		Mt _{mín}	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		Mt _{máx}	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
		My _{mín}	-8.69	-5.24	-2.53	-0.67	0.84	0.01	-1.48	-3.59	-6.60	
		My _{máx}	2.12	2.41	2.48	2.46	1.95	2.61	3.08	3.24	3.33	
		Mz _{mín}	-3.22	-2.43	-1.63	-0.83	-0.16	-1.21	-2.60	-4.00	-5.39	
		Mz _{máx}	5.77	4.37	2.98	1.58	0.19	0.76	1.55	2.35	3.15	

2.1.2. 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)
N322/N320	1.875	1.92	2.813	0.80	1.875	2.32	1.875	0.80
	1.875	L/(>1000)	5.156	L/(>1000)	1.875	L/(>1000)	2.344	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N322/N320

Perfil: HE 180 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N322	N320	7.500	65.30	3831.00	1363.00	42.21
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	7.500	7.500	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación:						
β: Coeficiente de pandeo						
L _k : Longitud de pandeo (m)						
C _m : Coeficiente de momentos						
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 167.88 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 607.0 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.89} \quad \checkmark$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{502.22} \text{ kN}$$

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.

$$N_{cr,y} : \underline{1411.59} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{502.22} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{3831.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{93750.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{7.500} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{7.500} \text{ m}$$

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.

$$i_o : \underline{8.92} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.66} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.57} \text{ cm}$$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$17.88 \leq 164.04 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>152.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>8.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>12.92</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>25.20</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 19.30 kN

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 1710.24 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>65.30</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.039} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{14.54} \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$

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 : $\underline{1}$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : $\underline{65.30} \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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:

$N_{b,Rd} : \underline{369.20} \text{ kN}$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : $\underline{65.30} \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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.

$\chi_y : \underline{0.52}$

$\chi_z : \underline{0.22}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{1.29}$

$\phi_z : \underline{2.70}$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_y : \underline{0.34}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 1.13$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.89$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 502.22 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 1411.59 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 502.22 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.069 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 2.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 8.69 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 126.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 481.40 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a 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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.095} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{5.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.00} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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:

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{14.35}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.49} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{792.04} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{52.38} \text{ cm}^2$

Siendo:

A : Área de la sección bruta. $A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$

d : Altura del alma. $d : \underline{152.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$4.00 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{4.00} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$1.49 \text{ kN} \leq 396.02 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.49} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{792.04} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.126} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.120} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{6.07} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^- : \underline{3.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{5.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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 tracción. $N_{pl,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{ef,Ed} : \underline{-3.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{6.46} \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot V(270^\circ)H2 + 0.75\cdot N(R)1$.

$$4.00 \text{ kN} \leq 153.28 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{4.00} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{306.56} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35\cdot PP + 1.5\cdot Q(G1)$.

$M_{T,Ed}$: 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:

$$M_{T,Rd} : \underline{4.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.15} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{4.00} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{306.56} \text{ kN}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{0.31} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{30.15} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.49} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{791.11} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{792.04} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.45} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{30.15} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.008} \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP + 0.3 \cdot B(B) + 0.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{6.52} \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} : \underline{813.47} \text{ kN}$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{124.57} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{124.57}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.45}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.006}$ ✓

$\eta : \underline{0.039}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{4.70}$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{813.47}$ 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** : 65.30 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{124.57}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{124.57}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.45}$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{121.34} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.45}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.35}$$

$$\chi_z : \underline{0.15}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.77}$$

$$\phi_z : \underline{3.76}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.40}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.34}$$

k_{λ,θ}: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.24}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{502.22} \text{ kN}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1411.59} \text{ kN}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{502.22} \text{ kN}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.071} \quad \checkmark$$

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 N322, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{4.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{59.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.45}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{28.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.45}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.017} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.41} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{145.93} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : 20.29 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 65.30 cm²
b: Ancho de la sección. **b** : 180.00 mm
t_f: Espesor del ala. **t_f** : 14.00 mm
t_w: Espesor del alma. **t_w** : 8.50 mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 15.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 124.57 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 124.57 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.45

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

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:

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : 14.35

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx}** : 64.71

ε: Factor de reducción. **ε** : 0.92

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.72} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{376.73} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{52.38} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A} : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{152.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{8.50} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.45}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$\mathbf{2.41 \text{ kN} \leq 72.97 \text{ kN}} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{2.41} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{145.93} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.72 \text{ kN} \leq 188.37 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.72} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{376.73} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.142} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.137} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : \underline{2.11} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^- : \underline{2.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{2.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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 tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{813.47} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{59.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{28.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-2.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{5.03} \text{ MPa}$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{59.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·V(270°)H2.

$$2.41 \text{ kN} \leq 72.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{2.41} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{145.77} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H4.

$M_{T,Ed}$: 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:

$$M_{T,Rd} : \underline{2.17} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.15} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.45}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.017} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.41} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{145.77} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{145.93} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.20} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{30.15} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{124.57} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{124.57}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.45}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.002}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(0°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.72}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.01}$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{376.23}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{376.73}$ kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.24}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{30.15}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{124.57}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{124.57}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta} : \underline{0.45}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

4.14. Viga edificio de oficinas Tipo 3

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N322/N327	N322/N327	HE 360 B (HEB)	8.333	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	N322/N327

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	HE 360 B, (HEB)	180.60	101.25	35.44	43190.00	10140.00	298.34
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. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEB	HE 360 B	8.333	8.333	8.333	0.150	0.150	0.150	1181.42	1181.42	1181.42

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envolventes

Envolventes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.042 m	2.083 m	3.125 m	4.167 m	5.208 m	6.250 m	7.292 m	8.333 m	
N322/N327	Acero laminado	N _{min}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N _{máx}	259.153	259.153	259.153	259.153	259.153	259.153	259.153	259.153	259.153	259.153
		Vy _{min}	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802	-1.802
		Vy _{máx}	1.434	1.434	1.434	1.434	1.434	1.434	1.434	1.434	1.434	1.434
		Vz _{min}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vz _{máx}	390.534	299.223	207.911	116.600	-30.738	16.071	56.292	96.514	136.735	136.735
		Mt _{min}	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08	-0.08
		Mt _{máx}	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		My _{min}	-534.74	-179.88	10.15	98.15	142.08	103.90	12.21	-142.85	-471.04	-471.04
		My _{máx}	-66.13	51.67	181.20	295.43	340.26	310.34	194.01	31.19	-90.30	-90.30
		Mz _{min}	-7.51	-5.63	-3.75	-1.87	-0.01	-1.47	-2.96	-4.46	-5.95	-5.95
		Mz _{máx}	6.00	4.51	3.01	1.52	0.04	1.88	3.76	5.63	7.51	7.51

2.1.2. 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)
N322/N327	1.562	0.33	4.167	16.90	1.562	0.52	3.125	5.76
	1.562	L/(>1000)	4.167	L/493.2	1.562	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N322/N327

Perfil: HE 360 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N322	N327	8.333	180.60	43190.00	10140.00	298.34
Notas: (¹) Inercia respecto al eje indicado (²) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	8.333	8.333	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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 108.67 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 484.0 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.26} \quad \checkmark$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\text{A} : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. $N_{cr} : \underline{3026.35} \text{ kN}$

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. $N_{cr,y} : \underline{12890.35} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{3026.35} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{43190.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{10140.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{298.34} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{2883000.00} \text{ cm}^6$
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.	$L_{ky} : \underline{8.333} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{8.333} \text{ m}$
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.	$i_o : \underline{17.18} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{15.46} \text{ cm}$
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.	$i_z : \underline{7.49} \text{ cm}$
	$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.20 \leq 181.57 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>315.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>12.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>39.38</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>67.50</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:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.140} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

$$\mathbf{N_{c,Ed}}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{259.15} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

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 : <u>1</u>
A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>180.60</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{1856.16} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.83}$$

$$\chi_z : \underline{0.41}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.76}$$

$$\phi_z : \underline{1.55}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.61}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.26}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3026.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{12890.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3026.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.790} \quad \checkmark$$

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 N322, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI).$$

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{534.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{7.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{5.95} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.443} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·B(B)+0.9·V(180°)H4+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{390.53} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{60.56} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{300.00} \text{ mm}$$

t_f: Espesor del ala.

$$t_f : \underline{22.50} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{27.00} \text{ mm}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{20.88}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez m\acute{a}xima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$$\varepsilon: \text{Factor de reducci3n.} \quad \varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$f_{ref}: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{L\acute{i}mite el\acute{a}stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de c\acute{a}lculo p\acute{e}simo se produce para la combinaci3n de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de c\acute{a}lculo p\acute{e}simo.} \quad V_{Ed} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v: \text{\c{A}rea transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{141.23} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A: \text{\c{A}rea de la secci3n bruta.} \quad A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

$$d: \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{315.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma. t_w : 12.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

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 momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$390.53 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 390.53 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 882.47 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$1.80 \text{ kN} \leq 1028.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 1.80 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 2057.82 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.841} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.858} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.589} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>166.75</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>534.74</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>3.92</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>4558.00</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>677.14</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>260.46</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>180.60</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>2683.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>1032.00</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.02}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.13}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$: <u>1.00</u>
	$C_{m,z}$: <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y : <u>0.83</u>
	χ_z : <u>0.41</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$: <u>0.61</u>
	$\bar{\lambda}_z$: <u>1.26</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y : <u>0.60</u>
	α_z : <u>0.60</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$390.53 \text{ kN} \leq 441.15 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,z} : \frac{390.53}{\quad} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \frac{882.30}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.10} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{19.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 132.60 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.443 \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot B(B) + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 390.53 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : 882.30 \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 882.47 \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.07 \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 132.60 \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 252.38 \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00 \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.80} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2054.94} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.51} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{132.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.105} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(0^\circ)H1$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 137.18 \text{ kN}$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : 3900.13 \text{ kN}$

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 : 180.60 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 215.95 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 215.95 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.81

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

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:

$N_{b,Rd} : 1300.82 \text{ kN}$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 180.60 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 215.95 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_{y,θ} : 215.95 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

k_{y,θ} : 0.81

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M,θ} : 1.00

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.73}$$

$$\chi_z : \underline{0.33}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.87}$$

$$\phi_z : \underline{1.85}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.70}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.44}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.15}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3026.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{12890.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3026.35} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.559} \quad \checkmark$$

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 N322, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{323.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{579.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{215.95}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{215.95}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.81}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.013}$ ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H3.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{2.89}$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N327, para la combinación de acciones PP+0.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{1.30}$ kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : \underline{222.86}$ kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{1032.00}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{215.95}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{215.95}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.81}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.324}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{244.82}$ kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{755.10}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{60.56}$ cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : \underline{180.60}$ cm²

b : Ancho de la sección. $b : \underline{300.00}$ mm

t_f : Espesor del ala. $t_f : \underline{22.50}$ mm

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{12.50}$ mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma. $r : \underline{27.00}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{215.95}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{215.95}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.81}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{20.88}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

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)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.69} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1760.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{141.23} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.	A : $\frac{180.60}{}$ cm ²
d : Altura del alma.	d : $\frac{315.00}{}$ mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : $\frac{12.50}{}$ mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\frac{215.95}{}$ MPa
---	---

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : $\frac{215.95}{}$ MPa
--	--

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\frac{265.00}{}$ MPa
--	--

k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : $\frac{0.81}{}$
---	--

γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : $\frac{1.00}{}$
---	--

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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}**.

$$244.82 \text{ kN} \leq 377.55 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.5·B(B).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : $\frac{244.82}{}$ kN
--	--

V_{C,Rd} : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V_{C,Rd} : $\frac{755.10}{}$ kN
--	--

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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}**.

$$0.69 \text{ kN} \leq 880.41 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(180^\circ)H3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.69} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1760.81} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.592} \checkmark$

$\eta : \underline{0.613} \checkmark$

$\eta : \underline{0.434} \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones $PP+0.5\cdot B(B)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{114.03} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : \underline{323.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : \underline{0.92} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{3900.13} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{579.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{222.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 180.60 cm²

$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{215.95} \text{ MPa}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{215.95} \text{ MPa}$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.81}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.12}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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.

$$\chi_y : \underline{0.73}$$

$$\chi_z : \underline{0.33}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.70}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.44}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+0.5·B(B).

$$244.82 \text{ kN} \leq 377.55 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{244.82} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{755.10} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H3.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{16.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{132.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{215.95} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{215.95} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.81}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.310} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N322, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{234.22} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{755.01} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{pl,Rd}: & \text{ Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \mathbf{V}_{pl,Rd} & : \underline{755.10} \text{ kN} \\ \tau_{T,Ed}: & \text{ Tensiones tangenciales por torsión.} & \tau_{T,Ed} & : \underline{0.04} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: & \text{ Módulo de resistencia a torsión.} & \mathbf{W}_T & : \underline{132.60} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{yd}: & \text{ Resistencia de cálculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd} & : \underline{215.95} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta}: \text{ Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta} : \underline{215.95} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f}_y: \text{ Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k}_{y,\theta}: \text{ Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k}_{y,\theta} : \underline{0.81}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{ Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H3.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{0.69} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{ Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V}_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{1759.85} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{pl,Rd}: & \text{ Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & \mathbf{V}_{pl,Rd} & : \underline{1760.81} \text{ kN} \\ \tau_{T,Ed}: & \text{ Tensiones tangenciales por torsión.} & \tau_{T,Ed} & : \underline{0.17} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	W_T : $\frac{132.60}{\text{cm}^3}$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\frac{215.95}{\text{MPa}}$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta}$: $\frac{215.95}{\text{MPa}}$
--	--

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : $\frac{265.00}{\text{MPa}}$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: $\frac{0.81}{}$
--

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: $\frac{1.00}{}$

4.15. Viga perimetral

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N163/N202	N163/N202	#55x4 (Huecos cuadrados)	7.500	0.00	0.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N163/N202

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	I _t
Tipo	Designación	.		(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	#55x4, cuadrados)	7.60	3.40	3.40	31.32	31.32	54.69
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	Huecos cuadrados	#55x4	7.500	7.500	7.500	0.006	0.006	0.006	44.73	44.73	44.73

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N163/N202	Acero laminado	N _{mín}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N _{máx}	53.603	53.603	53.603	53.603	53.603	53.603	53.603	53.603	53.603	53.603
		Vy _{mín}	60.712	60.712	60.712	60.712	60.712	60.712	60.712	60.712	60.712	60.712
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{máx}	-0.296	-0.222	-0.148	-0.074	0.000	0.044	0.088	0.132	0.176	0.222
		Mt _{mín}	-0.176	-0.132	-0.088	-0.044	0.000	0.074	0.148	0.222	0.296	0.370
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{máx}	0.00	0.14	0.25	0.31	0.33	0.31	0.25	0.14	0.00	0.00
		Mz _{mín}	0.00	0.24	0.42	0.52	0.56	0.52	0.42	0.24	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)	
N163/N202	4.219	0.00	3.750	36.66	4.219	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	3.750	L/204.6	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N163/N202

Perfil: #55x4						
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)
N163	N202	7.500	7.60	31.32	31.32	54.69
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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 267.75 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 623.5 °C						
Pintura intumescente: 0.6 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

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 : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 7.60 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 - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$11.75 \leq 299.50 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>47.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>4.00</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>3.76</u>	cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	<u>2.20</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.305} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{60.71} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}} : \underline{198.99} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	<u>7.60</u>	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>	

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.269} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{53.60} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{198.99} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{7.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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)

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.150} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N163, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$M_{c,Rd}$: 3.69 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.

$W_{pl,y}$: 14.09 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N163, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.30 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 56.86 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 3.76 cm²

Siendo:

d : Altura del alma.

d : 47.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 4.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$11.75 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 11.75

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.92

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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.26 \text{ kN} \leq 28.43 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.469 m del nudo N163, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.26 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 56.86 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.450} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N163, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H1.

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{59.62} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{0.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{198.99} \text{ kN}$$

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.

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{3.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{3.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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 - Temperatura ambiente (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 0.469 m del nudo N163, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.26 \text{ kN} \leq 28.43 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{Ed,z}: & \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} & \mathbf{V}_{Ed,z}: & \underline{0.26} \text{ kN} \\ \mathbf{V}_{c,Rd,z}: & \text{ Esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo.} & \mathbf{V}_{c,Rd,z}: & \underline{56.86} \text{ kN} \end{aligned}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.217} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{N}_{t,Ed}: \text{ Axil de tracción solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad \mathbf{N}_{t,Ed}: \underline{18.78} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N}_{t,Rd}$ viene dada por:

$$\mathbf{N}_{t,Rd}: \underline{86.41} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{A}: & \text{ \u00c1rea bruta de la secci\u00f3n transversal de la barra.} & \mathbf{A}: & \underline{7.60} \text{ cm}^2 \\ \mathbf{f}_{yd}: & \text{ Resistencia de c\u00e1lculo del acero.} & \mathbf{f}_{yd}: & \underline{113.73} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_{y,\theta}: \text{ L\u00edmite el\u00e1stico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f}_{y,\theta}: \underline{113.73} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00}$ MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.217} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{18.73} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{86.41} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{7.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{113.73} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{113.73} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.257} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N163, para la combinación de acciones PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.60} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{14.09} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{113.73} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{113.73} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.41}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N163, para la combinación de acciones PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.22} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{24.69} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{3.76} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{47.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{4.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{113.73} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{113.73} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.41}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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:

$$\mathbf{11.75} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\mathbf{\lambda_w}: \text{Esbeltez del alma.} \quad \mathbf{\lambda_w} : \underline{11.75}$$

$$\mathbf{\lambda_{m\acute{a}x}}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \mathbf{\lambda_{m\acute{a}x}} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.92

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.19 \text{ kN} \leq 12.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.469 m del nudo N163, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.19 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 24.69 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.474} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N163, para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed} : \frac{18.78}{kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \frac{0.41}{kN \cdot m}$ $M_{z,Ed}^+ : \frac{0.00}{kN \cdot m}$
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 tracción.	$N_{pl,Rd} : \frac{86.41}{kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \frac{1.60}{kN \cdot m}$ $M_{pl,Rd,z} : \frac{1.60}{kN \cdot m}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 0.469 m del nudo N163, para la combinación de acciones PP.

$$0.19 \text{ kN} \leq 12.34 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : \frac{0.19}{kN}$
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \frac{24.69}{kN}$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.16. Viga intermedia

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N360/N361	N332/N330	#140x5 (Huecos cuadrados)	7.500	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	N332/N330

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	#140x5, (Huecos cuadrados)	26.08	11.25	11.25	775.78	775.78	1260.91
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.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	Huecos cuadrados	#140x5	60.000	60.000	60.000	0.156	0.156	0.156	1228.25	1228.25	1228.25

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N360/N361	Acero laminado	N _{min}	135.671	135.671	135.671	135.671	135.671	135.671	135.671	135.671	135.671	135.671
		N _{máx}	148.106	148.106	148.106	148.106	148.106	148.106	148.106	148.106	148.106	148.106
		Vy _{min}	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544	-0.544
		Vy _{máx}	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617
		Vz _{min}	-1.184	-0.930	-0.676	-0.422	-0.168	-0.004	0.147	0.298	0.448	
		Vz _{máx}	-0.481	-0.330	-0.180	-0.029	0.121	0.362	0.616	0.871	1.125	
		Mt _{min}	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33
		Mt _{máx}	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
		My _{min}	-2.00	-1.00	-0.30	0.06	0.27	0.22	-0.08	-0.68	-1.61	
		My _{máx}	-0.24	0.14	0.42	0.68	0.78	0.67	0.38	0.07	-0.28	
		Mz _{min}	-2.14	-1.67	-1.21	-0.75	-0.76	-0.87	-1.22	-1.65	-2.14	
		Mz _{máx}	2.49	1.91	1.33	0.76	0.53	0.53	0.92	1.42	1.93	

2.1.2. 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)	
N332/N330	34.219	63.49	2.813	3.89	34.219	109.85	2.813	4.71	
	7.500	L/485.5	2.813	L/(>1000)	7.500	L/488.5	2.813	L/(>1000)	

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N360/N361

Perfil: #140x5						
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)
N360	N361	7.500	26.08	775.78	775.78	1260.91
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			7.500	7.500	0.000	0.000
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁			-		1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 206.49 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 552.0 °C						
Pintura intumescente: 0.6 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.58} \quad \checkmark$$

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 : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.08 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} : 285.85 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.

$$N_{cr,y} : \underline{285.85} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{285.85} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{775.78} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{775.78} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1260.91} \text{ cm}^4$$

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.

$$L_{ky} : \underline{7.500} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{7.500} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{7.71} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{5.45} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{5.45} \text{ cm}$$

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 - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.00 \leq 312.20 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>130.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>13.00</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>7.00</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:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.217} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{t,Ed}}$: 148.11 kN

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 682.98 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>26.08</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.199} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.688} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{135.67}$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{682.98}$ 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 : 26.08 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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:

$N_{b,Rd} : \underline{197.26}$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.08 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.29

χ_z : 0.29

Siendo:

φ_y : 2.09

φ_z : 2.09

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 1.58$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.58$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 285.85 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 285.85 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 285.85 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.058 \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 2.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 34.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 130.28 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.073} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI).$$

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{2.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{34.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,z} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.18} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. **A_v** : 13.00 cm²

Siendo:

d : Altura del alma. **d** : 130.00 mm

t_w : Espesor del alma. **t_w** : 5.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$26.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. **λ_w** : 26.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{m\acute{a}x}$** : 64.71

ϵ : Factor de reducción. **ϵ** : 0.92

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI).$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 0.62 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{197.75} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{13.08} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$A : \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{26.08} \text{ cm}^2$$

$$d : \text{Altura del alma.} \quad d : \underline{130.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \text{Espesor del alma.} \quad t_w : \underline{5.00} \text{ mm}$$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

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:

$$28.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{28.00}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\varepsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

$$f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$1.18 \text{ kN} \leq 98.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.18} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{196.57} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.62 \text{ kN} \leq 98.87 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.62} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{197.75} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.282} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.801} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.780} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N360, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{135.67} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^- : \underline{2.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{682.98} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{34.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{34.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>26.08</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.	$W_{pl,y} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$ $W_{pl,z} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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.

$$k_y : \underline{1.55}$$

$$k_z : \underline{1.55}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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.

$$\chi_y : \underline{0.29}$$

$$\chi_z : \underline{0.29}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.58}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.58}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y , además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$1.18 \text{ kN} \leq 97.85 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : \underline{1.18} \text{ kN}$
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \underline{195.71} \text{ kN}$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed} : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$
--	---

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{27.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.	$W_T : \underline{182.25} \text{ cm}^3$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N360, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.18} \text{ kN}$$

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{195.71} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.67} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \underline{182.25} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.62} \text{ kN}$$

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{195.37} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} V_{pl,Rd}: & \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{pl,Rd} & : \underline{197.75} \text{ kN} \\ \tau_{T,Ed}: & \text{Tensiones tangenciales por torsión.} & \tau_{T,Ed} & : \underline{1.82} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} W_T: & \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T & : \underline{182.25} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} & : \underline{261.90} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y & : \underline{275.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{M0}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{M0} & : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.109} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(0°)H1.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{48.31} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{444.28} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A & : \underline{26.08} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} & : \underline{170.37} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,\theta} : \underline{0.62}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.103} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.473} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{45.86} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{444.28} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{26.08} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.62}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{96.90} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{26.08} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{170.37}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.62}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$\chi_y : \underline{0.22}$

$\chi_z : \underline{0.22}$

Siendo:

$\phi_y : \underline{2.68}$

$\phi_z : \underline{2.68}$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\alpha_y : \underline{0.49}$

$\alpha_z : \underline{0.49}$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y : \underline{1.88}$

$\bar{\lambda}_z : \underline{1.88}$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{\lambda,\theta} : \underline{1.19}$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: $N_{cr} : \underline{285.85}$ kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : \underline{285.85}$ kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{285.85}$ kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.055}$ ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{0.00}$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(270^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{22.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.62}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N361, para la combinación de acciones $PP+0.5\cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N361, para la combinación de acciones $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(180^\circ)H4$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{22.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 130.28 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 170.37 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,\theta}$: 170.37 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,\theta}$: 0.62

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,\theta}$: 1.00

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N360, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.82 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 127.87 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 13.00 cm²

Siendo:

d : Altura del alma.

d : 130.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 170.37 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{170.37}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.62}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

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:

$$26.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{26.00}$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$

ϵ : Factor de reducción. $\epsilon : \underline{0.92}$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H4.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.28}$ kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{128.63}$$
 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. **A_v** : 13.08 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. **A** : 26.08 cm²

d : Altura del alma. **d** : 130.00 mm

t_w : Espesor del alma. **t_w** : 5.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 170.37 MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **$f_{y,\theta}$** : 170.37 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **$k_{y,\theta}$** : 0.62

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. **$\gamma_{M,\theta}$** : 1.00

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:

$$28.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. **λ_w** : 28.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. **$\lambda_{m\acute{a}x}$** : 64.71

ϵ : Factor de reducción. **ϵ** : 0.92

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.82 \text{ kN} \leq 63.94 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.82} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{127.87} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.28 \text{ kN} \leq 64.32 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(180^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.28} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{128.63} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.181} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.568} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.550} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N360, para la combinación de acciones $PP+0.3 \cdot B(B)+0.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: <u>45.86</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>1.22</u> kN·m $M_{z,Ed}^+$: <u>0.51</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>444.28</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>22.20</u> kN·m $M_{pl,Rd,z}$: <u>22.20</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>26.08</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>130.28</u> cm ³ $W_{pl,z}$: <u>130.28</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>170.37</u> MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	$f_{y,\theta}$: <u>170.37</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	$k_{y,\theta}$: <u>0.62</u>
$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M,\theta}$: <u>1.00</u>

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

k_y : <u>1.38</u>
k_z : <u>1.38</u>

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: <u>1.00</u>
$C_{m,z}$: <u>1.00</u>

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : <u>0.22</u>
χ_z : <u>0.22</u>

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: <u>1.88</u>
$\bar{\lambda}_z$: <u>1.88</u>

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : <u>0.60</u>
α_z : <u>0.60</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(270^\circ)H2$.

$$0.82 \text{ kN} \leq 63.63 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed,z} : \underline{0.82} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd,z} : \underline{127.27} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(180^\circ)H4$.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{17.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{182.25} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{y,\theta}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad f_{y,\theta} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$k_{y,\theta}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad k_{y,\theta} : \underline{0.62}$$

$$\gamma_{M,\theta}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N360, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.82} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M_{T,Ed}}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{T,Ed}} : \underline{0.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{pl,T,Rd}} : \underline{127.27} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V_{pl,Rd}}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V_{pl,Rd}} : \underline{127.87} \text{ kN}$$

$$\mathbf{\tau_{T,Ed}}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \mathbf{\tau_{T,Ed}} : \underline{0.47} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{W_T}: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W_T} : \underline{182.25} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{170.37} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.62}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $PP+0.3\cdot B(B)+0.5\cdot V(180^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.28}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.15}$ kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{127.52}$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{128.63}$ kN
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.85}$ MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{182.25}$ cm³
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{170.37}$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : \underline{170.37}$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00}$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : \underline{0.62}$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$

4.17. Montante VCV

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N244/N283	N244/N283	#140x5 (Huecos cuadrados)	7.500	1.00	1.00	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

1.1.3. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N244/N283

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	#140x5, (Huecos cuadrados)	26.08	11.25	11.25	775.78	775.78	1260.91
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	Huecos cuadrados	#140x5	7.500	7.500	7.500	0.020	0.020	0.020	153.53	153.53	153.53

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.938 m	1.875 m	2.813 m	3.750 m	4.688 m	5.625 m	6.563 m	7.500 m	
N244/N283	Acero laminado	N _{mín}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		N _{máx}	63.810	63.810	63.810	63.810	63.810	63.810	63.810	63.810	63.810	63.810
		Vy _{mín}	8.308	8.308	8.308	8.308	8.308	8.308	8.308	8.308	8.308	8.308
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{máx}	-1.017	-0.762	-0.508	-0.254	0.000	0.151	0.301	0.452	0.602	0.602
		Mt _{mín}	-0.602	-0.452	-0.301	-0.151	0.000	0.254	0.508	0.762	1.017	1.017
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{máx}	0.00	0.49	0.85	1.06	1.13	1.06	0.85	0.49	0.00	0.00
		Mz _{mín}	0.00	0.83	1.43	1.79	1.91	1.79	1.43	0.83	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)	
N244/N283	5.625	0.00	3.750	5.09	5.625	0.00	5.156	0.00	
	-	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N244/N283

Perfil: #140x5						
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)
N244	N283	7.500	26.08	775.78	775.78	1260.91
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			7.500	7.500	0.000	0.000
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
C ₁			-		1.000	
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 206.49 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 660.5 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.58} \quad \checkmark$$

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 : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.08 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} : 285.85 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.

$$N_{cr,y} : \underline{285.85} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{285.85} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{775.78} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{775.78} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1260.91} \text{ cm}^4$$

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.

$$L_{ky} : \underline{7.500} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{7.500} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{7.71} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{5.45} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{5.45} \text{ cm}$$

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 - Temperatura ambiente

(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.00 \leq 312.20 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>130.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>13.00</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>7.00</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:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(180^\circ)H4 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$\mathbf{N_{t,Ed}}$$
: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. **$N_{t,Ed}$** : 8.31 kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$\mathbf{N_{t,Rd}}$$
 : 682.98 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>26.08</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.323} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{63.81}$ kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} : \underline{682.98}$ 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 : 26.08 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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:

$N_{b,Rd} : \underline{197.26}$ kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 26.08 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.29

χ_z : 0.29

Siendo:

φ_y : 2.09

φ_z : 2.09

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : 1.58$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.58$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : 285.85 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 285.85 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 285.85 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.056 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N244, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 1.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 34.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 130.28 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90 \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N244, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{1.02} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{13.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{130.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{5.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma_{Mo}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{Mo}} : \underline{1.05}$$

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:

$$\mathbf{26.00} < \mathbf{64.71} \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{26.00}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\epsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.92}$$

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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.89 \text{ kN} \leq 98.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.469 m del nudo N244, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.89 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 196.57 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.149} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.393} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.365} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N244, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{63.64} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{1.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
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 : <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{682.98} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{34.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{34.12} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>26.08</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.	$W_{pl,y} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$ $W_{pl,z} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

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.

$$k_y : \underline{1.26}$$

$$k_z : \underline{1.26}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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.

$$\chi_y : \underline{0.29}$$

$$\chi_z : \underline{0.29}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.58}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.58}$$

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 - Temperatura ambiente (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 0.469 m del nudo N244, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.89 \text{ kN} \leq 98.29 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.89} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{196.57} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(180°)H4.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.24} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{232.67} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A** : 26.08 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 89.22 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ}** : 89.22 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ}** : 0.32

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ}** : 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.078 ✓

η : 0.411 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed}** : 18.05 kN

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

N_{c,Rd} : 232.67 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** : 26.08 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 89.22 MPa

Siendo:

f_{y,θ} : 89.22 MPa

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.32}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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:

$$N_{b,Rd} : \underline{43.96} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{26.08} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{89.22} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{89.22} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.32}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.19}$$

$$\chi_z : \underline{0.19}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{3.04}$$

$$\phi_z : \underline{3.04}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.49}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{2.04}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.04}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.29}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{285.85} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$: <u>285.85</u> kN
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$: <u>285.85</u> kN
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$: <u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.121} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N244, para la combinación de acciones PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{11.62} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{130.28} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{89.22} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{89.22} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.32}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N244, para la combinación de acciones PP.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.75} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{66.97} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{13.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{130.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{5.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{yd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{yd}} : \underline{89.22} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f_{y,\theta}}: \text{Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{f_{y,\theta}} : \underline{89.22} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{k_{y,\theta}}: \text{Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.} \quad \mathbf{k_{y,\theta}} : \underline{0.32}$$

$$\mathbf{\gamma_{M,\theta}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M,\theta}} : \underline{1.00}$$

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:

$$\mathbf{26.00} < \mathbf{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 26.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.66 \text{ kN} \leq 33.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.469 m del nudo N244, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.66 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 66.97 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.199} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.572} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.507} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo N244, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H2.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>18.05</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>1.41</u> kN·m M_{z,Ed}⁺ : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>232.67</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>11.62</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>11.62</u> kN·m
Resistencia a pandeo : (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)	
A : Área de la sección bruta.	A : <u>26.08</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>130.28</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>130.28</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>89.22</u> MPa

Siendo:

f_{y,θ} : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.	f_{y,θ} : <u>89.22</u> MPa
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
k_{y,θ} : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.	k_{y,θ} : <u>0.32</u>
γ_{M,θ} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M,θ} : <u>1.00</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.33}$$

$$\mathbf{k}_z : \underline{1.33}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: 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.	$\chi_y : \underline{0.19}$
	$\chi_z : \underline{0.19}$
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y : \underline{2.04}$
	$\bar{\lambda}_z : \underline{2.04}$
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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 0.469 m del nudo N244, para la combinación de acciones PP.

$$0.66 \text{ kN} \leq 33.48 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} : \underline{0.66} \text{ kN}$
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} : \underline{66.97} \text{ kN}$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.18. Diagonal VCV

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N257/N283	N257/N283	R 35 (R)	11.242	0.00	0.00	-	-
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	N257/N283

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	Avy	Avz	Iyy	Izz	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	R 35, (R)	9.62	8.66	8.66	7.37	7.37	14.73
Notación: <i>Ref.: Referencia</i> <i>A: Área de la sección transversal</i> <i>Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'</i> <i>Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'</i> <i>Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'</i> <i>Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'</i> <i>It: Inercia a torsión</i> Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	R	R 35	11.242	11.242	11.242	0.011	0.011	0.011	84.91	84.91	84.91

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras												
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.405 m	2.811 m	4.216 m	5.621 m	7.026 m	8.432 m	9.837 m	11.242 m	
N257/N283	Acero laminado	N _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		N _{máx}	84.816	84.816	84.816	84.816	84.816	84.816	84.816	84.816	84.816	84.816
		Vy _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{min}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Mt _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{min}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)
N257/N283	4.918	0.00	10.540	0.00	10.540	0.00	10.540	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N257/N283

Perfil: R 35						
Material: Acero (S275)						
Nudos			Características mecánicas			
Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N257	N283	11.242	9.62	7.37	7.37	14.73
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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 114.29 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 684.5 °C						
Pintura intumescente: 0.2 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{A} : \underline{9.62} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\infty}$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.349} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{84.82} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{242.82} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{9.62} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.351 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+0.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : 23.87$ kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} : 68.06$ kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra. $A : 9.62$ cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 70.75$ MPa

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. $f_{y,\theta} : 70.75$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 265.00$ MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. $k_{y,\theta} : 0.27$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M,\theta} : 1.00$

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.19. Cruz de San Andrés

1. GEOMETRÍA

1.1. Barras

1.1.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m ³)
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>ν: Módulo de Poisson</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i>f_y: Límite elástico</i> <i>α_t: Coeficiente de dilatación</i> <i>γ: Peso específico</i>							

1.1.2. Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N338/N344	N338/N344	R 40 (R)	11.187	0.00	0.00	-	-
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	N338/N344

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A	A _{vy}	A _{vz}	I _{yy}	I _{zz}	It
Tipo	Designación			(cm ²)	(cm ²)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
Acero laminado	S275	1	R 40, (R)	12.57	11.31	11.31	12.57	12.57	25.13
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>It: Inercia a torsión</i> Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

1.1.4. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Materia l (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Materia l (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Materia l (kg)
Acero laminado	S275	R	R 40	11.187	11.187	11.187	0.014	0.014	0.014	110.35	110.35	110.35

2. RESULTADOS

2.1. Barras

2.1.1. 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)

2.1.1.1. Envoltentes

Envoltentes de los esfuerzos en barras											
Barra	Tipo de combinación	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.398 m	2.797 m	4.195 m	5.593 m	6.992 m	8.390 m	9.788 m	11.187 m
N338/N344	Acero laminado	N _{mín}	60.697	60.561	60.425	60.290	60.154	60.019	59.883	59.748	-59.612
		N _{máx}	73.591	73.671	73.752	73.832	73.912	73.993	74.073	74.153	74.234
		Vy _{mín}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vy _{máx}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Vz _{mín}	-0.490	-0.367	-0.245	-0.122	0.000	0.073	0.145	0.218	0.290
		Vz _{máx}	-0.290	-0.218	-0.145	-0.073	0.000	0.122	0.245	0.367	0.490
		Mt _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mt _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My _{mín}	0.00	0.36	0.61	0.76	0.81	0.76	0.61	0.36	0.00
		My _{máx}	0.00	0.60	1.03	1.28	1.37	1.28	1.03	0.60	0.00
		Mz _{mín}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Mz _{máx}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2.1.2. 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)
N338/N344	9.788	0.00	5.593	501.33	9.788	0.00	11.187	0.00
	-	L/(>1000)	5.593	L/22.3	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

2.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Barra N338/N344

Perfil: R 40						
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)
N338	N344	11.187	12.57	12.57	12.57	25.13
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						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 30						
Factor de forma: 100.00 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 460.5 °C						
Pintura intumescente: 0.4 mm						

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (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.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

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 : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 12.57 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

N_{cr} : ∞

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.234} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N344, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{74.23} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{317.15} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{12.57} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.191} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N338, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot B(B) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{60.70} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{317.15} \text{ kN}$$

Donde:

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{12.57} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.509} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.593 m del nudo N338, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{C,Rd} : \underline{2.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{10.67} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N338, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.49} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{183.11} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.57} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{12.57} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

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 Y - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 $V_{c,Rd}$.

$$0.43 \text{ kN} \leq 91.55 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.699 m del nudo N338, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^simo. $V_{Ed} : \underline{0.43} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{183.11} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.734} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en un punto situado a una distancia de 5.593 m del nudo N338, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H2.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo p^simo. $N_{t,Ed} : \underline{71.36} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^simos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed}^+ : \underline{1.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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** : $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción. $N_{pl,Rd} : \underline{317.15} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{2.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{2.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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 - Temperatura ambiente (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 0.699 m del nudo N338, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.43 \text{ kN} \leq 91.55 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.43} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{183.11} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N344, para la combinación de acciones PP+0.5·V(90°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{21.63} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{288.66} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. **A :** 12.57 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 229.71 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 229.71 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

k_{y,θ}: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil. **k_{y,θ} :** 0.87

γ_{M,θ}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M,θ} :** 1.00

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

η : 0.078 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N338, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. **N_{c,Ed} :** 22.53 kN

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

N_{c,Rd} : 288.66 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 :** 12.57 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 229.71 MPa

Siendo:

f_{y,θ}: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil. **f_{y,θ} :** 229.71 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.87}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.414} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.593 m del nudo N338, para la combinación de acciones PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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:

$$M_{c,Rd} : \underline{2.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{10.67} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{229.71} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{229.71} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.87}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N338, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.36} \text{ kN}$$

Resistencia a cortante de la sección:

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{166.66} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.57} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{12.57} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{229.71} \text{ MPa}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{229.71} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.87}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

$$0.32 \text{ kN} \leq 83.33 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.699 m del nudo N338, para la combinación de acciones PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.32 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 166.66 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.491} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.593 m del nudo N338, para la combinación de acciones PP+0.3·B(B)+0.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$: <u>22.13</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>1.01</u> kN·m $M_{z,Ed}^+$: <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$: <u>288.66</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>2.45</u> kN·m $M_{pl,Rd,z}$: <u>2.45</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 0.699 m del nudo N338, para la combinación de acciones PP.

$$0.32 \text{ kN} \leq 83.33 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{0.32}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{166.66}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.


4.20. Correas de cubierta y laterales

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-300x4.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.90 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: 79.77 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-300x4.0 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)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
		0.945, 60.000, 12.595	0.945, 52.500, 12.595	7.500	19.16	2406.32	142.15	1.02	-19.83
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	7.500	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: 3.75 m η = 79.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 11.1	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 79.8	
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:

$$h / t : \underline{69.8} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{14.8} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{3.6} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.246}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{279.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{59.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{14.50} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

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:

$$\eta : \underline{0.798} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{y,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M}_{y,Ed^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo 0.945, 60.000, 12.595, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{y,Ed^-} : 33.52 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$M_{c,Rd}$: 42.02 kN·m

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

W_{el} : 160.42 cm³

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{yb} : 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 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:

η : 0.111 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.945, 60.000, 12.595, 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} : 17.88 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:

$$V_{b,Rd} : \underline{160.65} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{291.02} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{144.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.91}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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: 97.09 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.945, 60.000, 12.595

Coordenadas del nudo final: 0.945, 52.500, 12.595

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*V(0°) H1 a una distancia 3.750 m del origen en el primer vano de la correa.


(Iy = 2406 cm4) (Iz = 142 cm4)

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-300x4.0	Límite flecha: L / 300
Separación: 2.00 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: 69.05 %

Barra pésima en lateral

Perfil: CF-300x4.0 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)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (m)
		0.000, 60.000, 1.000	0.000, 52.500, 1.000	7.500	19.16	2406.32	142.15	1.02	-19.83
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	1.00	0.00	0.00					
	L _K	7.500	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 lateral	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 3.75 m η = 69.0	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 9.7	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 69.0
Notación: b / t: Relación anchura / espesor $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez N: 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														

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
<p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i></p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>													

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

h / t : 69.8 ✓

b / t : 14.8 ✓

c / t : 3.6 ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

c / b : 0.246

Donde:

h: Altura del alma.	h : <u>279.00</u> mm
b: Ancho de las alas.	b : <u>59.00</u> mm
c: Altura de los rigidizadores.	c : <u>14.50</u> mm
t: Espesor.	t : <u>4.00</u> 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:

$$\eta : \underline{0.690} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.750 m del nudo 0.000, 60.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{29.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} : \underline{42.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : \underline{160.42} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

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:

$$\eta : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 60.000, 1.000, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{15.63} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:

$$V_{b,Rd} : \underline{160.65} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{291.02} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \underline{90.0} \text{ grados}$$

f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$f_{bv} : \underline{144.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w : \underline{0.91}$$

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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: 89.39 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 60.000, 1.000

Coordenadas del nudo final: 0.000, 52.500, 1.000

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$ H1 a una distancia 3.750 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 2406 \text{ cm}^4$) ($I_z = 142 \text{ cm}^4$)

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	28	421.19	0.08
Correas laterales	14	210.60	0.04

4.21. Placas de anclaje

1. ESTRUCTURA

1.1. Uniones

1.1.1. Especificaciones para uniones soldadas

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:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

2) 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.

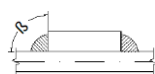
3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) 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.

5) 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:

a) 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.

b) 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).

c) 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.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

1.1.2. Especificaciones para uniones atornilladas

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.

Disposiciones constructivas:

1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 ⁽¹⁾	e2 ⁽²⁾	p1 ⁽¹⁾	p2 ⁽²⁾	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas ⁽³⁾	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Paralela a la dirección de la fuerza</p> <p>⁽²⁾ Perpendicular a la dirección de la fuerza</p> <p>⁽³⁾ Se considera el menor de los valores</p> <p>do: Diámetro del agujero.</p> <p>t: Menor espesor de las piezas que se unen.</p> <p>En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.</p>							

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.
- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.
- 5) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.
- 6) 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.

Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

1.1.3. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

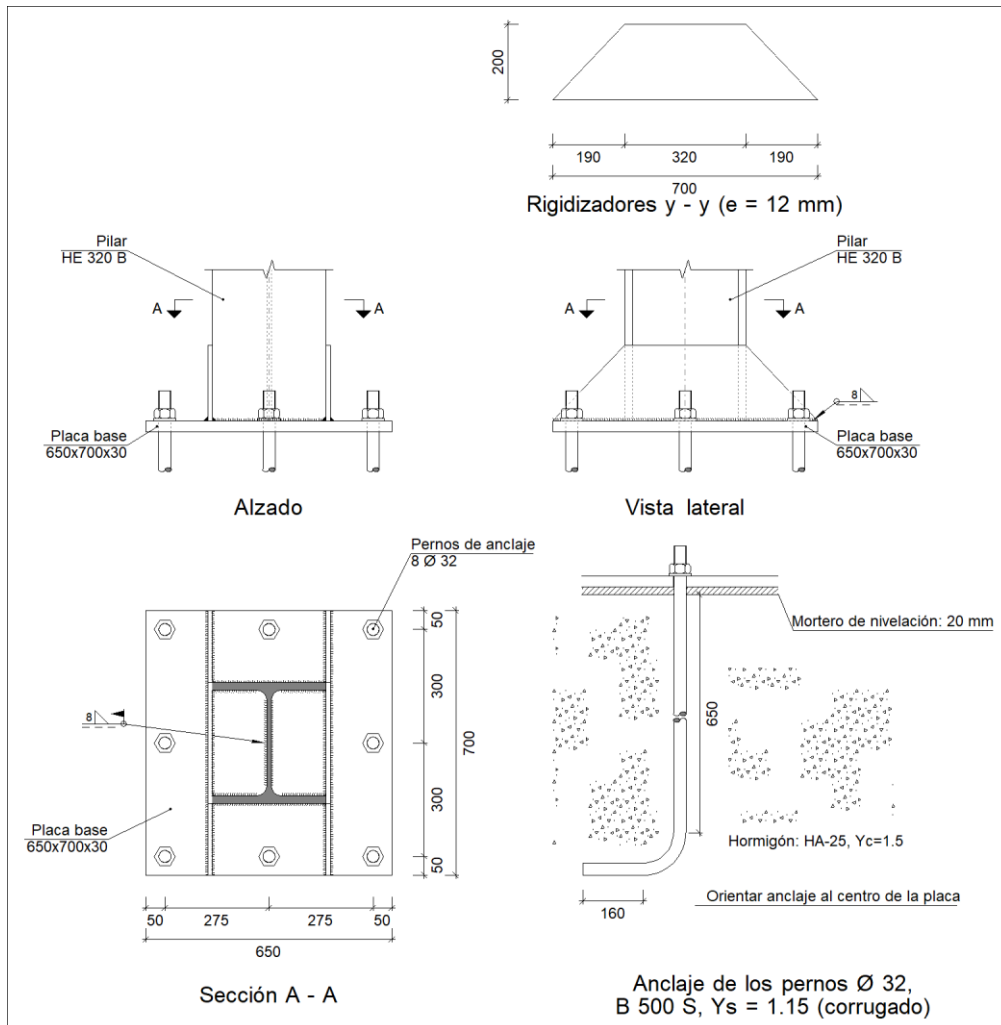
b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

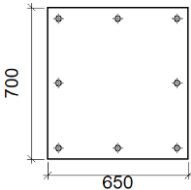
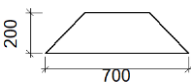
1.1.4. Memoria de cálculo

1.1.4.1. Tipo 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		650	700	30	8	32	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	200	12	-	-	S275	275.0	410.0

- c) Comprobación
1) Pilar HE 320 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1519	11.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

- 2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 114 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: 39.8	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 35 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 231.13 kN Calculado: 214.31 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 161.79 kN Calculado: 11.62 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 231.13 kN Calculado: 230.9 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 255.69 kN Calculado: 206.6 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 258.302 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 502.86 kN Calculado: 11.12 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 214.926 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 225.764 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 246.629 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 244.257 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 543.893	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 507.673	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3126.75	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3156.11	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 247.946 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	700	12.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	700	12.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)		
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85

d) Medición

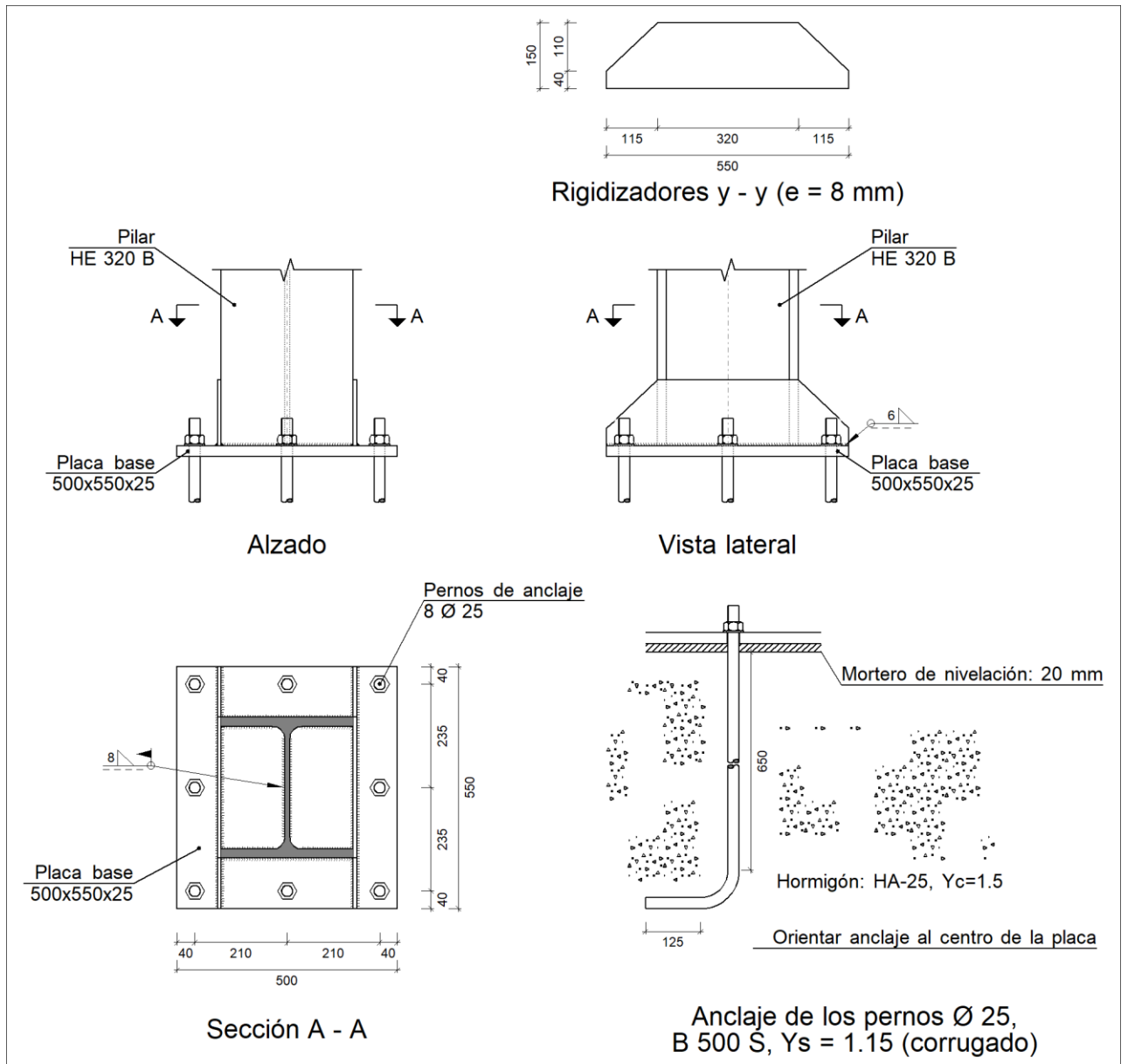
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	8	2718
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1519

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T32
Arandelas	8	A32

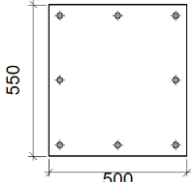
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x700x30	107.15
	Rigidizadores pasantes	2	700/320x200/0x12	19.22
	Total			126.37
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\emptyset 32 - L = 732 + 311$	52.67
	Total			52.67

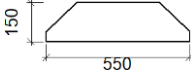
1.1.4.2. Tipo 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	550	25	8	25	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		550	150	8	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 320 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1519	11.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 52 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 40.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 144.29 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 126.4 kN Calculado: 17.19 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 168.85 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 137.34 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 282.925 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 14.93 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 252.6 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 225.972 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 240.528 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 223.159 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 570.661	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 988.34	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5171.52	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4963.65	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 242.051 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	550	8.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	550	8.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

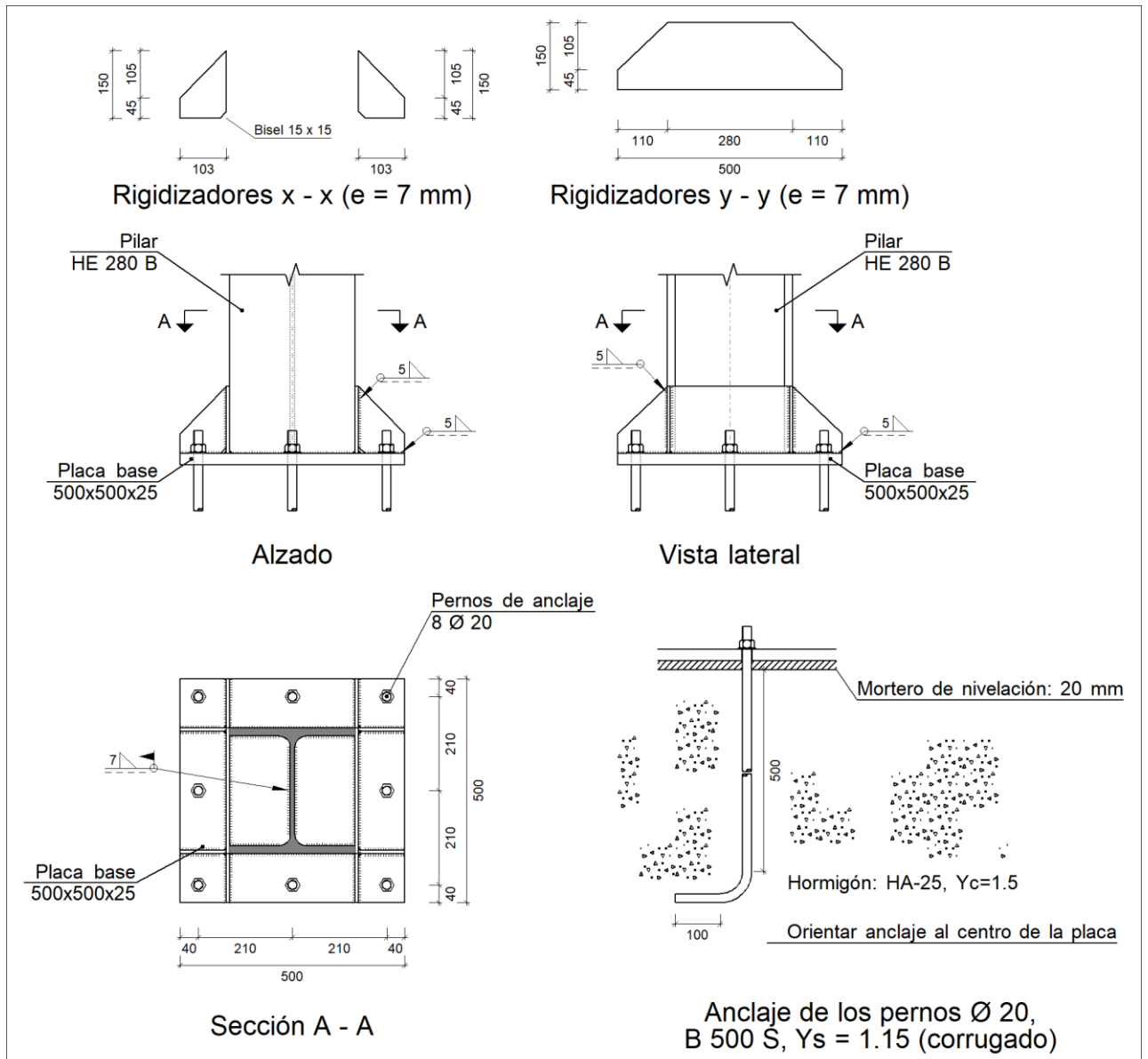
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	2118
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1519

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T25
Arandelas	8	A25

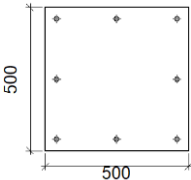
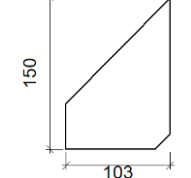
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x550x25	53.97
	Rigidizadores pasantes	2	550/320x150/40x8	8.77
	Total			62.74
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 720 + 243	29.68
	Total			29.68


1.1.4.3. Tipo 3

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	500	25	8	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		103	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		500	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 280 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1395	10.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85	

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 63 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 46	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 95.22 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 11.12 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 111.11 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 92.3 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 298.337 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 261.9 kN Calculado: 10.16 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 93.4166 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 85.465 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 131.524 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 214.145 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 17538.7	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 15413.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 8799.29	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5913.87	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 234.206 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	103	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	103	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	103	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	103	7.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = -144): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 144): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -137): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 137): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -144): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 144): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

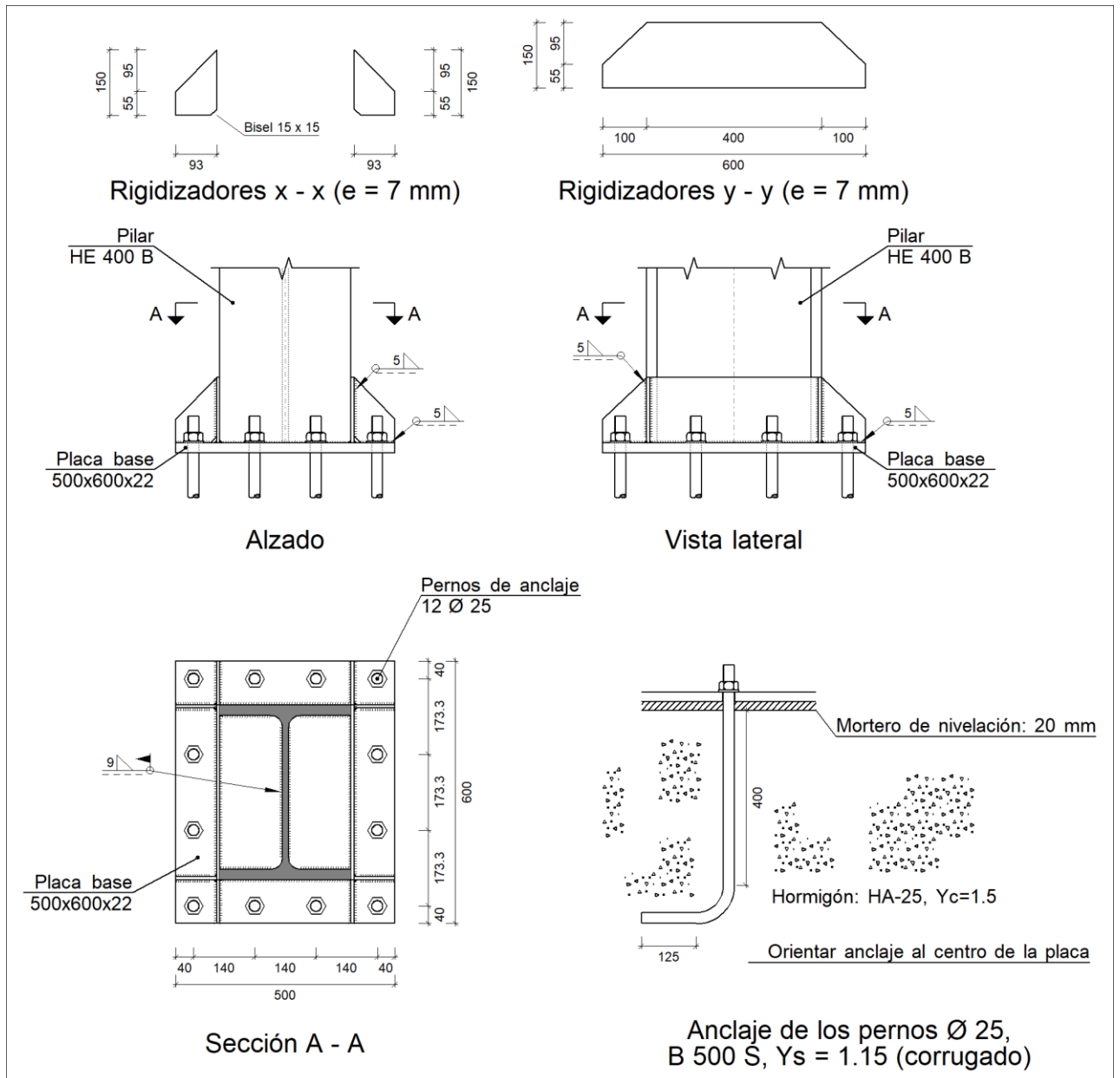
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	3172
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1395

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	8	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-20

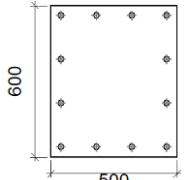
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x500x25	49.06
	Rigidizadores pasantes	2	500/280x150/45x7	6.97
	Rigidizadores no pasantes	4	103/0x150/45x7	2.21
	Total			58.24
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 20 - L = 565 + 194$	14.98
	Total			14.98

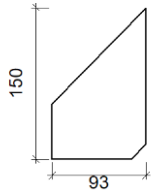
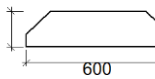
1.1.4.4. Tipo 4

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		500	600	22	12	25	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		93	150	7	-	-	S275	275.0	410.0
Rigidizador		600	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1661	13.5	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 140 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 53 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Paralelos a Y:	Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 93.41 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 12.39 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 111.11 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 93.56 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 193.919 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 11.34 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 150.702 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 130.047 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 140.836 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 190.123 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 10982.6	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 12157.8	Cumple
- Arriba:	Calculado: 9438.62	Cumple
- Abajo:	Calculado: 9563.4	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 259.657 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	93	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	93	7.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	93	7.0	90.00				
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00				
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	93	7.0	90.00				
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	5	135	7.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = -197): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador x-x (y = 197): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.					410.0	0.85		

d) Medición

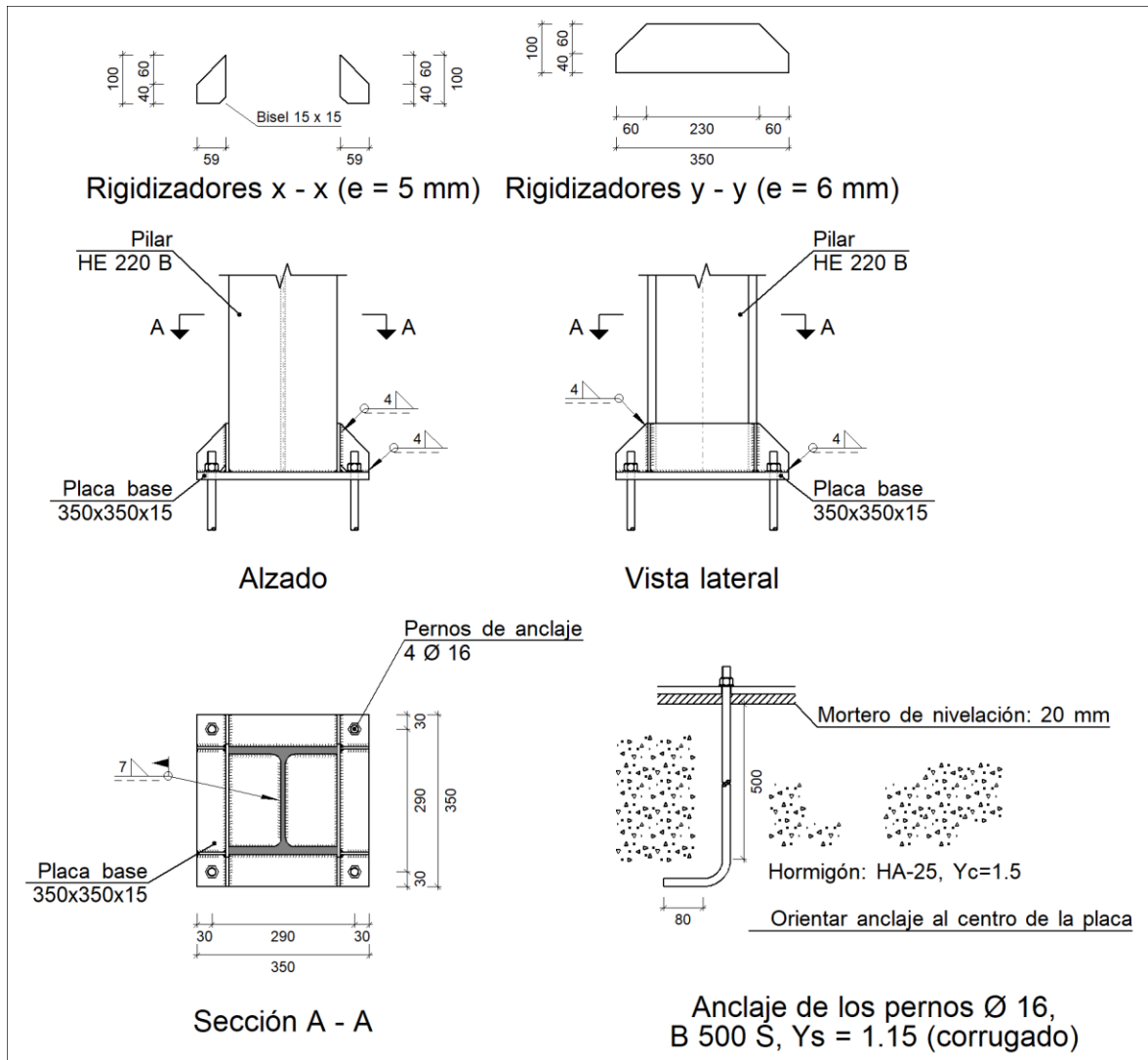
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	3468
	En el lugar de montaje	En ángulo	9	1661

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	12	T25
Arandelas	12	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x600x22	51.81
	Rigidizadores pasantes	2	600/400x150/55x7	8.85
	Rigidizadores no pasantes	4	93/0x150/55x7	2.10
	Total			62.75
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	12	$\varnothing 25 - L = 467 + 243$	32.82
	Total			32.82

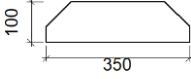
1.1.4.5. Tipo 5

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		350	350	15	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		59	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		350	100	6	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 41.3	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 34.4	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:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 57.95 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 17.69 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 88.9 kN Calculado: 83.23 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 56.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 300.229 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 125.71 kN Calculado: 15.78 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 133.593 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 92.1511 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 232.207 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 89.7018 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 14068.6	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 24379.9	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6979.32	Cumple
- Abajo:	Calculado: 15563.3	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 238.579 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	59	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	59	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	59	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	59	5.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	4	85	5.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	6.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	350	6.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 108): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 113): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

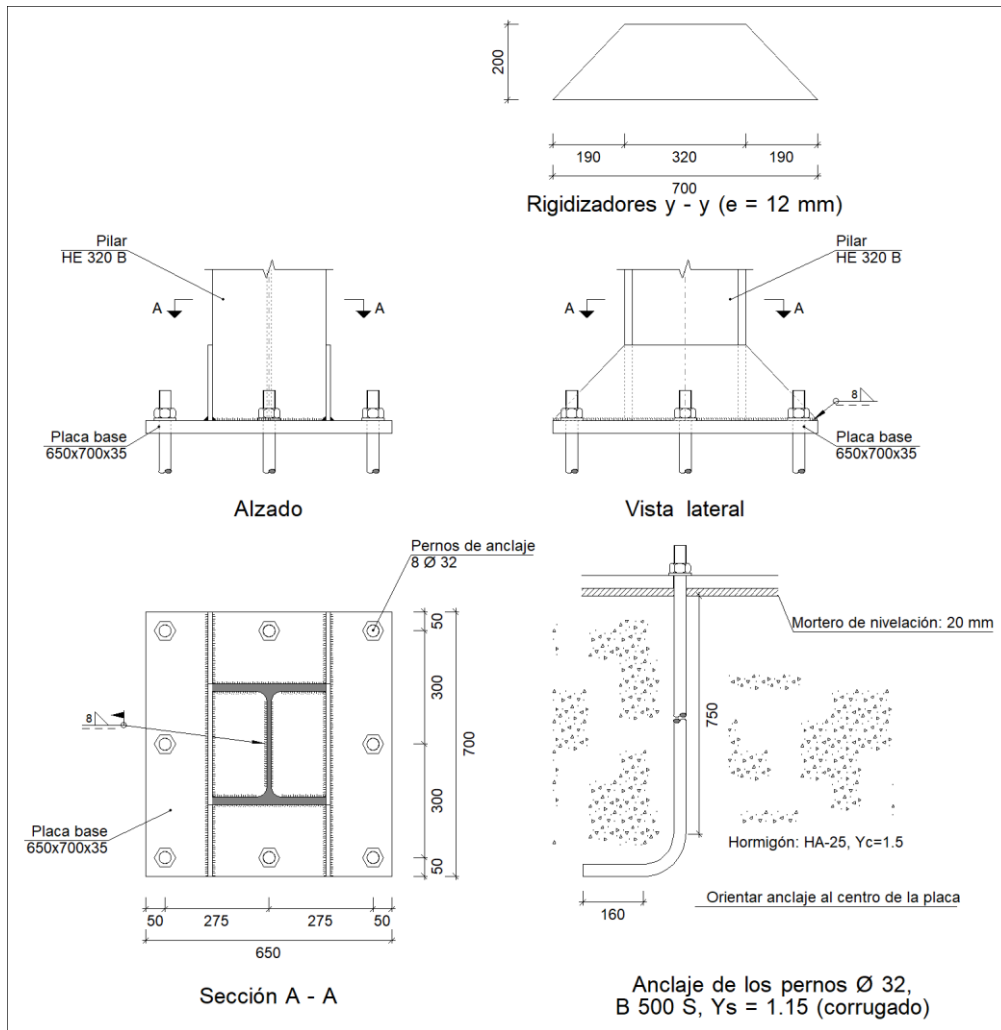
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2028
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

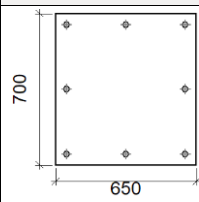
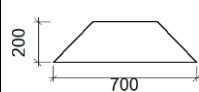
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x350x15	14.42
	Rigidizadores pasantes	2	350/230x100/40x6	2.96
	Rigidizadores no pasantes	4	59/0x100/40x5	0.65
	Total			18.03
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 16 - L = 551 + 155$	4.46
	Total			4.46

1.1.4.6. Tipo 6

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		650	700	35	8	32	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	200	12	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 320 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1519	11.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 114 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: 39.8	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 35 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 266.69 kN Calculado: 238.82 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 186.68 kN Calculado: 17.86 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 266.69 kN Calculado: 264.34 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 255.69 kN Calculado: 224.12 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 281.166 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 586.67 kN Calculado: 16.81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 144.547 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Izquierda:	Calculado: 144.581 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 257.891 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 256.978 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1674.07	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1677.15	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3047.17	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3057.48	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 199.037 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	700	12.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	700	12.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

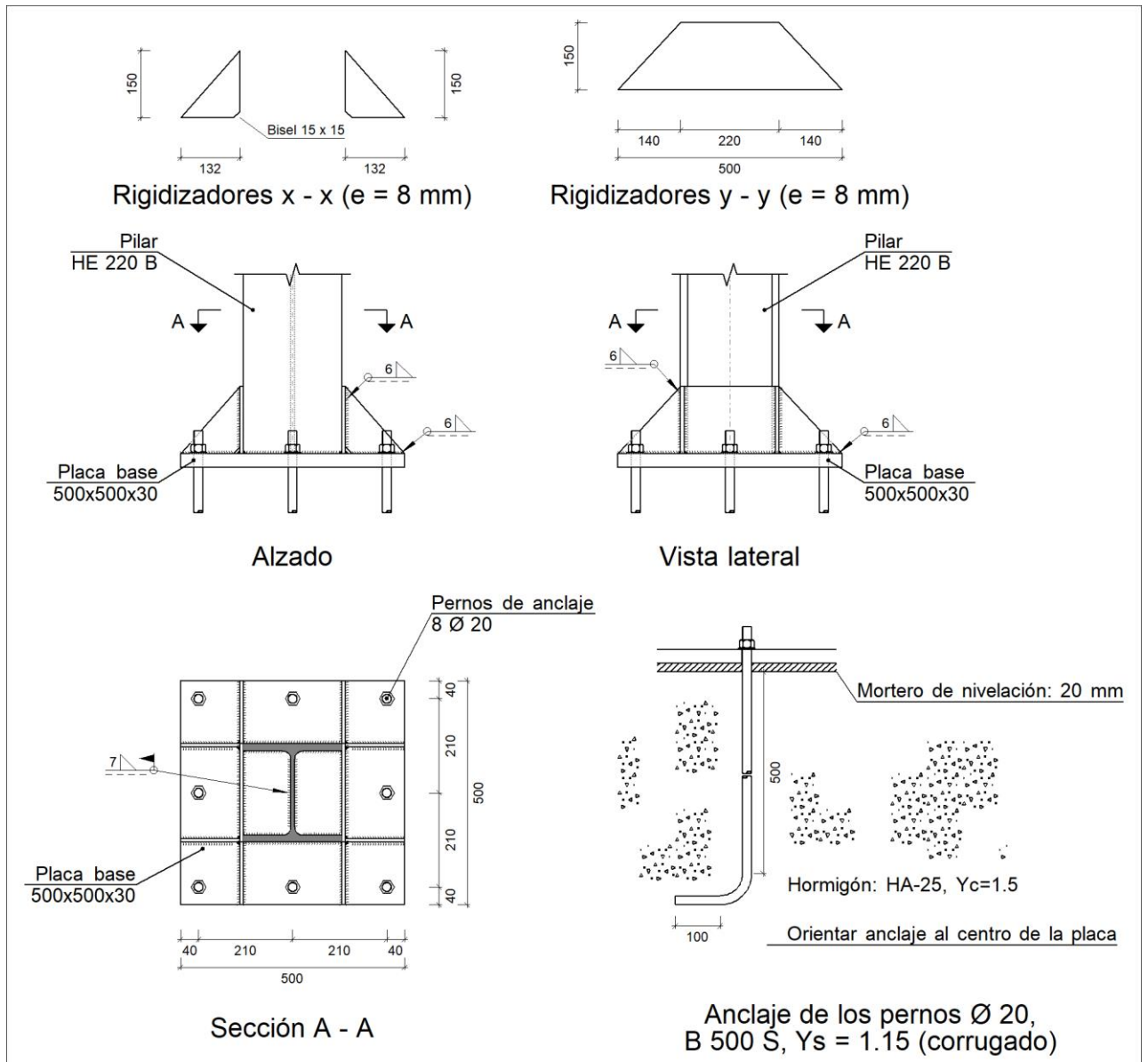
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	8	2718
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1519

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T32
Arandelas	8	A32

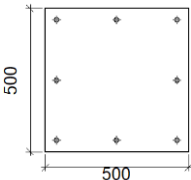
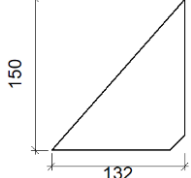
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x700x35	125.01
	Rigidizadores pasantes	2	700/320x200/0x12	19.22
	Total			144.23
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 32 - L = 837 + 311	57.97
	Total			57.97

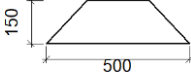
1.1.4.7. Tipo 7

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		500	500	30	8	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		132	150	8	-	-	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		500	150	8	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 220 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 92 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 44.4	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 44.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 89.46 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 12.43 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 107.22 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 84.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 276.876 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 314.29 kN Calculado: 11.73 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 138.174 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 147.894 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 121.704 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 119.879 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 6368.13	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 5932.83	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6999.22	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7046.04	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 204.136 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	132	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	132	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	132	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	132	8.0	90.00

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	135	8.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	500	8.0	90.00				
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	500	8.0	90.00				
a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -106): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 106): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	3412
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1093

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	8	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	8	ISO 7089-20

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x500x30	58.88
	Rigidizadores pasantes	2	500/220x150/0x8	6.78
	Rigidizadores no pasantes	4	132/0x150/0x8	2.49
	Total			68.14
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 20 - L = 570 + 194$	15.08
	Total			15.08

1.1.5. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2028
			5	6640
			6	16590
			8	57078
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	5767
			8	36456
			9	1661

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
		32	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16
		32	ISO 7089-20

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	36	T25
	168	T32
Arandelas	36	A25
	168	A32

Placas de anclaje					
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)	
S275	Placa base	1	350x350x15	14.42	
		1	500x600x22	51.81	
		1	500x500x25	49.06	
		3	500x550x25	161.91	
		12	650x700x30	1285.83	
		3	500x500x30	176.63	
		9	650x700x35	1125.10	
	Rigidizadores pasantes	2	350/230x100/40x6	2.96	
		2	600/400x150/55x7	8.85	
		2	500/280x150/45x7	6.97	
		6	550/320x150/40x8	26.32	
		6	500/220x150/0x8	20.35	
		42	700/320x200/0x12	403.55	
	Rigidizadores no pasantes	4	59/0x100/40x5	0.65	
		4	93/0x150/55x7	2.10	
		4	103/0x150/45x7	2.21	
		12	132/0x150/0x8	7.46	
	Total				3346.17
	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 551 + 155	4.46
			24	Ø 20 - L = 570 + 194	45.23
8			Ø 20 - L = 565 + 194	14.98	
12			Ø 25 - L = 467 + 243	32.82	
24			Ø 25 - L = 720 + 243	89.04	
72			Ø 32 - L = 837 + 311	521.74	
96			Ø 32 - L = 732 + 311	632.02	
Total				1340.30	

4.22. Zapatas de cimentación

1. CIMENTACIÓN

1.1. Elementos de cimentación aislados

1.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3, N1 y N281	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 197.5 cm Ancho inicial Y: 197.5 cm Ancho final X: 197.5 cm Ancho final Y: 197.5 cm Ancho zapata X: 395.0 cm Ancho zapata Y: 395.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 16Ø16c/24 Sup Y: 16Ø16c/24 Inf X: 16Ø16c/24 Inf Y: 16Ø16c/24
N312, N308, N298, N304, N300, N306, N299, N310 y N314	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 210.0 cm Ancho inicial Y: 210.0 cm Ancho final X: 210.0 cm Ancho final Y: 210.0 cm Ancho zapata X: 420.0 cm Ancho zapata Y: 420.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 17Ø16c/24 Sup Y: 17Ø16c/24 Inf X: 17Ø16c/24 Inf Y: 17Ø16c/24
N6, N45, N84, N123 y N162	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 127.5 cm Ancho inicial Y: 430.0 cm Ancho final X: 127.5 cm Ancho final Y: 35.0 cm Ancho zapata X: 255.0 cm Ancho zapata Y: 465.0 cm Canto: 200.0 cm	Sup X: 17Ø25c/27 Sup Y: 9Ø25c/27 Inf X: 17Ø25c/27 Inf Y: 9Ø25c/27
N201 y N240	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 140.0 cm Ancho inicial Y: 512.5 cm Ancho final X: 140.0 cm Ancho final Y: 27.5 cm Ancho zapata X: 280.0 cm Ancho zapata Y: 540.0 cm Canto: 245.0 cm	Sup X: 24Ø25c/22 Sup Y: 12Ø25c/22 Inf X: 24Ø25c/22 Inf Y: 12Ø25c/22
N279	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 87.5 cm Ancho final X: 87.5 cm Ancho final Y: 87.5 cm Ancho zapata X: 175.0 cm Ancho zapata Y: 175.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 9Ø12c/19 Sup Y: 9Ø12c/19 Inf X: 9Ø12c/19 Inf Y: 9Ø12c/19
N302	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 112.5 cm Ancho inicial Y: 112.5 cm Ancho final X: 112.5 cm Ancho final Y: 112.5 cm Ancho zapata X: 225.0 cm Ancho zapata Y: 225.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 8Ø16c/29 Sup Y: 8Ø16c/29 Inf X: 8Ø16c/29 Inf Y: 8Ø16c/29

Referencias	Geometría	Armado
N329	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 100.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 100.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 200.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 10Ø12c/19 Sup Y: 10Ø12c/19 Inf X: 10Ø12c/19 Inf Y: 10Ø12c/19
N328	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 120.0 cm Ancho inicial Y: 120.0 cm Ancho final X: 120.0 cm Ancho final Y: 120.0 cm Ancho zapata X: 240.0 cm Ancho zapata Y: 240.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 13Ø12c/17 Sup Y: 13Ø12c/17 Inf X: 13Ø12c/17 Inf Y: 13Ø12c/17
N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 35.0 cm Ancho final X: 117.5 cm Ancho final Y: 430.0 cm Ancho zapata X: 235.0 cm Ancho zapata Y: 465.0 cm Canto: 200.0 cm	Sup X: 17Ø25c/27 Sup Y: 8Ø25c/27 Inf X: 17Ø25c/27 Inf Y: 8Ø25c/27

1.1.2. Medición

Referencias: N3, N1 y N281		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	16x3.79	60.64
	Peso (kg)	16x5.98	95.71
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	16x3.79	60.64
	Peso (kg)	16x5.98	95.71
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	16x3.79	60.64
	Peso (kg)	16x5.98	95.71
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	16x3.79	60.64
	Peso (kg)	16x5.98	95.71
Totales	Longitud (m)	242.56	
	Peso (kg)	382.84	382.84
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	266.82	
	Peso (kg)	421.12	421.12

Referencias: N312, N308, N298, N304, N300, N306, N299, N310 y N314		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	17x4.04	68.68
	Peso (kg)	17x6.38	108.40
			0
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	17x4.04	68.68
	Peso (kg)	17x6.38	108.40
			0
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	17x4.04	68.68
	Peso (kg)	17x6.38	108.40
			0
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	17x4.04	68.68
	Peso (kg)	17x6.38	108.40
			0
Totales	Longitud (m)	274.72	
	Peso (kg)	433.60	433.60
			0

Referencias: N312, N308, N298, N304, N300, N306, N299, N310 y N314			B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado			Ø16	
Total con mermas (10.00%)		Longitud (m) Peso (kg)	302.19 476.96	476.96
Referencias: N6, N45, N84, N123 y N162			B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado			Ø25	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x2.99 17x11.52	50.83 195.87	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x5.09 9x19.61	45.81 176.52	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	17x3.25 17x12.52	55.25 212.90	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x5.35 9x20.62	48.15 185.54	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	200.04 770.83	770.83	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	220.04 847.91	847.91	
Referencias: N201 y N240			B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado			Ø25	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	24x3.24 24x12.49	77.76 299.64	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x5.84 12x22.50	70.08 270.05	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	24x3.50 24x13.49	84.00 323.69	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	12x6.10 12x23.51	73.20 282.07	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	305.04 1175.45	1175.45	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	335.54 1293.00	1293.00	
Referencia: N279			B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado			Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	9x1.82 9x1.62	16.38 14.54	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x1.82 9x1.62	16.38 14.54	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	9x1.82 9x1.62	16.38 14.54	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x1.82 9x1.62	16.38 14.54	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	65.52 58.16	58.16	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	72.07 63.98	63.98	
Referencia: N302			B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado			Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	8x2.09 8x3.30	16.72 26.39	
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	8x2.39 8x3.77	19.12 30.18	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	8x2.09 8x3.30	16.72 26.39	

Referencia: N302		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x2.09	16.72
	Peso (kg)	8x3.30	26.39
Totales	Longitud (m)	69.28	109.35
	Peso (kg)	109.35	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	76.21	120.29
	Peso (kg)	120.29	
Referencia: N329		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x1.84	18.40
	Peso (kg)	10x1.63	16.34
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.84	18.40
	Peso (kg)	10x1.63	16.34
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x1.84	18.40
	Peso (kg)	10x1.63	16.34
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.84	18.40
	Peso (kg)	10x1.63	16.34
Totales	Longitud (m)	73.60	65.36
	Peso (kg)	65.36	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	80.96	71.90
	Peso (kg)	71.90	
Referencia: N328		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x2.24	29.12
	Peso (kg)	13x1.99	25.85
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.24	29.12
	Peso (kg)	13x1.99	25.85
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x2.24	29.12
	Peso (kg)	13x1.99	25.85
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x2.24	29.12
	Peso (kg)	13x1.99	25.85
Totales	Longitud (m)	116.48	103.40
	Peso (kg)	103.40	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	128.13	113.74
	Peso (kg)	113.74	
Referencias: N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242			B 500 S, Ys=1.15
Nombre de armado			Ø25
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	17x2.79	47.43
	Peso (kg)	17x10.75	182.77
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x5.09	40.72
	Peso (kg)	8x19.61	156.91
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	17x3.05	51.85
	Peso (kg)	17x11.75	199.80
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	8x5.35	42.80
	Peso (kg)	8x20.62	164.93
Totales	Longitud (m)	182.80	704.41
	Peso (kg)	704.41	

Referencias: N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø25	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	201.08 774.85	774.85

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Ø25	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N1 y N281		3x421.12		1263.36	3x14.04	3x1.56
Referencias: N312, N308, N298, N304, N300, N306, N299, N310 y N314		9x476.96		4292.64	9x15.88	9x1.76
Referencias: N6, N45, N84, N123 y N162			5x847.91	4239.55	5x23.72	5x1.19
Referencias: N201 y N240			2x1293.00	2586.00	2x37.04	2x1.51
Referencia: N279	63.98			63.98	1.99	0.31
Referencia: N302		120.29		120.29	3.80	0.51
Referencia: N329	71.90			71.90	2.60	0.40
Referencia: N328	113.74			113.74	4.03	0.58
Referencias: N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242			7x774.85	5423.95	7x21.85	7x1.09
Totales	249.62	5676.29	12249.50	18175.41	543.08	38.95

1.1.3. Comprobación

Referencia: N3		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0375723 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.026487 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0498348 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: 52.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 419.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 189.28 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 196.69 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 114.97 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 119.78 kN	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 253.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 49 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	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: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 98 cm	

Referencia: N3		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N312		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0289395 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0262908 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0518949 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: 646.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 31.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -94.36 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 247.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 57.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 160.30 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 88 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
- N312:	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N312:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple

Referencia: N312		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p> <p>Calculado: 0.0009</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0004</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0003</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 105 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 105 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 103 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 103 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N312		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N308		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0267813 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0266832 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0523854 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: 19273.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 58.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 46.68 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 272.96 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 27.76 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 178.54 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 55.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N308:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 0.0009	

Referencia: N308		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple

Referencia: N308		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N298		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.027468 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.027468 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0551322 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: 25375.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 42.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 49.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 305.71 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 29.14 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 203.66 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 58.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N298:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N298		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple

Referencia: N298		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N304		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.027468 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0266832 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0522873 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: 19326.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 59.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 54.20 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 272.43 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 32.27 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 178.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 64.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N304:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N304		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple

Referencia: N304		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N300		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0308034 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0261927 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0517968 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: 640.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 31.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 113.48 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 246.91 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 68.28 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 159.61 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 114.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N300:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N300		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0004</p> <p>Mínimo: 0.0002</p> <p>Mínimo: 0.0003</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p> <p>Calculado: 24 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p>	<p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 105 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 105 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 103 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm</p> <p>Calculado: 103 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 105 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 105 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm</p> <p>Calculado: 103 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N300		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N1		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0367875 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0269775 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0485595 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: 37.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 358.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 176.01 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 187.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 106.83 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 114.48 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 238.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N1:	Mínimo: 49 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	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: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 98 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N6		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0752427 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0904482 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.132043 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: 230.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 10.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 121.32 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -254.74 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 80.25 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 124.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N6		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 265 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 278 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 25 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N6		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N45		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0756351 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0919197 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.151466 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: 7799.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 104.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 72.04 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -483.79 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 180.11 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 120.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N45:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N45		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	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: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple

Referencia: N45		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N84		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.076518 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.097119 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.155979 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: 216.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 24.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 116.43 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -487.34 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 184.04 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 121.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple

Referencia: N84		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N84:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	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: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple

Referencia: N84		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N123		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0769104 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0937836 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.157647 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: 276.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 41.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 92.53 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -497.08 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N123		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 186.49 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 124.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N123:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N123		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N162		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0761256 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0923121 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.152447 MPa	Cumple

Referencia: N162		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
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: 5333.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 102.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 72.32 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -489.03 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 183.45 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 120.8 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 200 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N162:	Mínimo: 65 cm	Cumple
	Calculado: 190 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 25 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 25 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	

Referencia: N162		
Dimensiones: 255 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N201		
Dimensiones: 280 x 540 x 245		
Armados: Xi:Ø25c/22 Yi:Ø25c/22 Xs:Ø25c/22 Ys:Ø25c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.094176 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.153428 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.187567 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: 1840.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 165.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 194.03 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 381.65 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 171.77 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 269.6 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 245 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N201:	Mínimo: 65 cm Calculado: 235 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	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: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N201		
Dimensiones: 280 x 540 x 245		
Armados: Xi:Ø25c/22 Yi:Ø25c/22 Xs:Ø25c/22 Ys:Ø25c/22		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 315 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 328 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 25 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N201		
Dimensiones: 280 x 540 x 245		
Armados: Xi:Ø25c/22 Yi:Ø25c/22 Xs:Ø25c/22 Ys:Ø25c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N240		
Dimensiones: 280 x 540 x 245		
Armados: Xi:Ø25c/22 Yi:Ø25c/22 Xs:Ø25c/22 Ys:Ø25c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.121448 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.212288 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.24476 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: 1699.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 149.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 318.65 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 371.87 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 151.56 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 445.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 245 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N240:	Mínimo: 65 cm Calculado: 235 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N240		
Dimensiones: 280 x 540 x 245		
Armados: Xi:Ø25c/22 Yi:Ø25c/22 Xs:Ø25c/22 Ys:Ø25c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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, 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>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 31 cm Calculado: 315 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple

Referencia: N240		
Dimensiones: 280 x 540 x 245		
Armados: Xi:Ø25c/22 Yi:Ø25c/22 Xs:Ø25c/22 Ys:Ø25c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 44 cm Calculado: 328 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N279		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.139498 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.161767 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.238775 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: 380.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 138.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 96.39 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 132.21 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 53.17 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 77.70 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 805.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple

Referencia: N279		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N279:	Mínimo: 49 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	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: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 24 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N279		
Dimensiones: 175 x 175 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N302		
Dimensiones: 225 x 225 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0937836 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.120761 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.220235 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: 352.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 163.31 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 214.28 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 99.08 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 266.83 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 463.9 kN/m ²	Cumple

Referencia: N302		
Dimensiones: 225 x 225 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N302:	Mínimo: 65 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0007	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: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 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: 17 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 23 cm	Cumple

Referencia: N302		
Dimensiones: 225 x 225 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N306		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.027468 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0269775 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0524835 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: 5946.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 59.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 58.21 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 271.24 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 34.83 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 177.27 kN	Cumple

Referencia: N306		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 65 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N306:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		

Referencia: N306		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N299		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0276642 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0275661 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0557208 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: 8181.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 41.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 53.61 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 307.32 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 31.98 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 205.13 kN	Cumple

Referencia: N299		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 60.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N299:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		

Referencia: N299		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N310		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0267813 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0268794 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0526797 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: 8571.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 58.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 47.25 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 274.15 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 28.15 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 179.33 kN	Cumple

Referencia: N310		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 55.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N310:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0004 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		

Referencia: N310		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N314		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0279585 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0248193 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0561132 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: 592.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 50.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 92.37 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 270.81 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 55.92 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 170.69 kN	Cumple

Referencia: N314		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 86.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N314:	Mínimo: 75 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		

Referencia: N314		
Dimensiones: 420 x 420 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 105 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 103 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N281		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0397305 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0348255 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0534645 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: 102.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 423.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 187.58 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 193.15 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 113.99 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 117.62 kN	Cumple

Referencia: N281		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 249.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N281:	Mínimo: 49 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0002	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: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 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: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 98 cm	

Referencia: N281		
Dimensiones: 395 x 395 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N329		
Dimensiones: 200 x 200 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0957456 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0987867 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.220431 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: 349.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 66.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 94.42 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 142.96 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 67.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 106.73 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 436.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
- N329:	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N329:	Mínimo: 49 cm Calculado: 58 cm	Cumple

Referencia: N329		
Dimensiones: 200 x 200 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
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: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	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: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 19 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm	Cumple

Referencia: N329		
Dimensiones: 200 x 200 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N328		
Dimensiones: 240 x 240 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.11566 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.141558 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.228083 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: 471.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 136.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 220.38 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 260.69 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 165.10 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 192.96 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 719.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N328:	Mínimo: 40 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0008	Cumple

Referencia: N328		
Dimensiones: 240 x 240 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	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: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 18 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 21 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 35 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N8		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0773028 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0967266 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.139891 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: 155.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 108.55 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -242.86 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 65.24 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 122.7 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 265 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 278 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 25 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N8		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N47		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0739674 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0955494 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.141362 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: 8802.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 85.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 54.11 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -483.64 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 172.07 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 102.5 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N47:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N47		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- 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: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple

Referencia: N47		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N86		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0738693 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0969228 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.144796 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: 404.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 51.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 69.69 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -494.28 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 177.46 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 102.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple

Referencia: N86		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N86:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 25 mm Calculado: 25 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple 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: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N86		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N125		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0748503 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.102318 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.147052 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: 326.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 47.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 80.52 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -489.37 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		

Referencia: N125		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 176.29 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 107 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N125:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- 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: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N125		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 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:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N164		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0739674 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0952551 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.14146 MPa	Cumple

Referencia: N164		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
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: 9587.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 83.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 54.22 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -490.45 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 173.83 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 102.5 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm	Cumple
	Calculado: 200 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N164:	Mínimo: 65 cm	Cumple
	Calculado: 190 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	Cumple
- Parrilla inferior:	Calculado: 25 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 25 mm	
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	

Referencia: N164		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N203		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0739674 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0870147 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.122331 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: 9215.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 169.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 54.64 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 414.47 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 114.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 103.3 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N203:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N203		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p> <p>Calculado: 25 mm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Mínimo: 31 cm</p> <p>Calculado: 265 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p> <p>Mínimo: 44 cm</p> <p>Calculado: 278 cm</p> <p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 0 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 25 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N203		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N242		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0764199 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0884862 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.135084 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: 127.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 13.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 110.05 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: -270.80 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 66.61 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 121.9 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 200 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N242:	Mínimo: 65 cm Calculado: 190 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N242		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	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: 25 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 25 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: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 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: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 265 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 44 cm Calculado: 278 cm	Cumple

Referencia: N242		
Dimensiones: 235 x 465 x 200		
Armados: Xi:Ø25c/27 Yi:Ø25c/27 Xs:Ø25c/27 Ys:Ø25c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 25 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 31 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: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 44 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 44 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

4.23. Vigas de atado de cimentación

1. CIMENTACIÓN

1.1. Vigas

1.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N1-N6], C [N6-N45], C [N45-N84], C [N84-N123], C [N123-N162], C [N162-N201], C [N201-N240], C [N240-N279], C [N281-N242], C [N242-N203], C [N203-N164], C [N164-N125], C [N125-N86], C [N86-N47], C [N47-N8], C [N8-N3], C [N329-N328] y C [N328-N302]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N279-N302], C [N302-N306], C [N306-N299], C [N299-N310], C [N310-N314], C [N314-N281], C [N3-N312], C [N312-N308], C [N308-N298], C [N298-N304], C [N304-N300], C [N300-N1], C [N329-N201] y C [N328-N240]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

1.1.2. Medición

Referencias: C [N1-N6], C [N6-N45], C [N45-N84], C [N84-N123], C [N123-N162], C [N162-N201], C [N201-N240], C [N240-N279], C [N281-N242], C [N242-N203], C [N203-N164], C [N164-N125], C [N125-N86], C [N86-N47], C [N47-N8], C [N8-N3], C [N329-N328] y C [N328-N302]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.8 0	15.6 0
	Peso (kg)		2x6.9 3	13.8 5
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.8 0	15.6 0
	Peso (kg)		2x6.9 3	13.8 5
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	16x1.3 3		21.2 8
	Peso (kg)	16x0.5 2		8.40
Totales	Longitud (m)	21.28 8.40	31.20 27.70	36.1 0
	Peso (kg)			
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	23.41 9.24	34.32 30.47	39.7 1
	Peso (kg)			

Referencias: C [N279-N302], C [N302-N306], C [N306-N299], C [N299-N310], C [N310-N314], C [N314-N281], C [N3-N312], C [N312-N308], C [N308-N298], C [N298-N304], C [N304-N300], C [N300-N1], C [N329-N201] y C [N328-N240]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x8.6 3 2x7.6 6	17.2 6 15.3 2
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x8.6 3 2x7.6 6	17.2 6 15.3 2
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	23x1.3 3 23x0.5 2		30.5 9 12.0 7
Totales	Longitud (m) Peso (kg)		30.59 12.07 34.52 30.64	42.7 1
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)		33.65 13.28 37.97 33.70	46.9 8

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
Referencias: C [N1-N6], C [N6-N45], C [N45-N84], C [N84-N123], C [N123-N162], C [N162-N201], C [N201-N240], C [N240-N279], C [N281-N242], C [N242-N203], C [N203-N164], C [N164-N125], C [N125-N86], C [N86-N47], C [N47-N8], C [N8-N3], C [N329-N328] y C [N328-N302]	18x9.24	18x30.4 7	714.78	18x0.68	18x0.1 7
Referencias: C [N279-N302], C [N302-N306], C [N306-N299], C [N299-N310], C [N310-N314], C [N314-N281], C [N3-N312], C [N312-N308], C [N308-N298], C [N298-N304], C [N304-N300], C [N300-N1], C [N329-N201] y C [N328-N240]	14x13.2 8	14x33.7 0	657.72	14x1.01	14x0.2 5
Totales	352.24	1020.26	1372.5 0	26.43	6.61

1.1.3. Comprobación

Referencia: C.1 [N1-N6] (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 [N1-N6] (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 [N6-N45] (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 [N45-N84] (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

Referencia: C.1 [N45-N84] (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 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 [N84-N123] (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 [N123-N162] (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		
Referencia: C.1 [N162-N201] (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		

Referencia: C.1 [N201-N240] (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		
Referencia: C.1 [N240-N279] (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		

Referencia: C.1 [N279-N302] (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		
Referencia: C.1 [N302-N306] (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		

Referencia: C.1 [N306-N299] (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		
Referencia: C.1 [N299-N310] (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		

Referencia: C.1 [N310-N314] (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		
Referencia: C.1 [N314-N281] (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		

Referencia: C.1 [N281-N242] (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		
Referencia: C.1 [N242-N203] (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		

Referencia: C.1 [N203-N164] (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		
Referencia: C.1 [N164-N125] (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		

Referencia: C.1 [N125-N86] (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		
Referencia: C.1 [N86-N47] (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		

Referencia: C.1 [N47-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>	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		
Referencia: C.1 [N8-N3] (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		

Referencia: C.1 [N3-N312] (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		
Referencia: C.1 [N312-N308] (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		

Referencia: C.1 [N308-N298] (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		
Referencia: C.1 [N298-N304] (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		

Referencia: C.1 [N304-N300] (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		
Referencia: C.1 [N300-N1] (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		

Referencia: C.1 [N329-N201] (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		
Referencia: C.1 [N329-N328] (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		

Referencia: C.1 [N328-N302] (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		
Referencia: C.1 [N328-N240] (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 4. Proyecto de Protección Contra Incendios

1. Antecedentes y objeto del proyecto. Justificación de la necesidad de presentación de proyecto

Este proyecto tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que debe cumplir el establecimiento empleado como almacén y taller de máquinas elevadoras para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio.

Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

Las condiciones indicadas en este reglamento dado por el RD 2267/2004, del 3 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, tendrán la condición de mínimo exigible según lo indicado en el artículo 12.5 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria. Estos mínimos se consideran cumplidos:

- a) Por el cumplimiento de las prescripciones indicadas en este reglamento.
- b) Por aplicación, para casos particulares, de técnicas de seguridad equivalentes, según normas o guías de diseño de reconocido prestigio para la justificación de las soluciones técnicas de seguridad equivalente adoptadas, que deben aportar, al menos, un nivel de seguridad equiparable a la anterior. Esta aplicación de técnicas de seguridad equivalente deberá ser justificado debidamente por el proyectista y resueltas por el órgano competente de la comunidad autónoma.

2. Titular, domicilio social, emplazamiento y representante autorizado

Néstor González Galindo, DNI: 20955381N

Emplazamiento en polígono Ciudad del Transporte, Castellón de la plana, provincia de Castellón.
Con referencia catastral: 9395302YK4299N0001RE y 9395303YK4299N0001DE.

3. Actividades principales y secundarias, según clasificación de la tabla 1.2 del Anexo I

Una de las actividades principales que se va a desarrollar es el almacenaje o estacionamiento de vehículos y máquinas elevadoras, la otra actividad principal se trata de una zona de taller para la reparación de estos y como actividad secundaria se disponen de oficinas.

Según la tabla 1.2 del Anexo correspondiente al RD 2267/2004, del 3 de diciembre, se toman como referencia para los procesos anteriores las actividades de vehículos, talleres de reparación y oficinas técnicas respectivamente, los valores de estas se muestran en la tabla 25.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Vehiculos	300	72	1,5			
Talleres de reparación	400	96	1,0			
Oficinas técnicas	600	144	1,0			

Tabla 25. Valores de densidad de carga de fuego media de las actividades principales y secundarias, RD 2267/2004.

4. Reglamentación y normas técnicas de aplicación

Es aplicado el Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Este reglamento tiene por objeto conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en los establecimientos e instalaciones de uso industrial.

La Norma básica de la edificación, aprobada por el Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, establece las condiciones que deben reunir los edificios, excluidos los de uso industrial, para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio y para prevenir daños a terceros.

La regulación de las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento, además de la regulación de los instaladores y mantenedores, está prevista en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998.

El artículo 12 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, se ocupa del contenido general de los reglamentos de seguridad, y establece, además, los instrumentos necesarios para la ejecución de este reglamento con respecto a las competencias que corresponden a otras Administraciones públicas.

5. Caracterización del establecimiento industria

La caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios está definida por el Anexo I del Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre.

5.1. Características del establecimiento: configuración y relación con el entorno

El establecimiento industrial se sitúa en el polígono industrial Ciudad del Transporte situado en la ciudad Castellón de la plana.

Se sitúa en una parcela rodeada por tres viales y otra parcela con un circuito de karts, pero la construcción está separada de este por un parking externo a una distancia de 40 metros.

Por estas características se entiende que el establecimiento es de tipo C.

5.1.1. Justificación técnica de que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes

Por su situación y si a ello le sumamos el retranqueo obligatorio por la normativa urbanística que tendrá el establecimiento estudiado, se confirma que la distancia que separa ambos establecimientos es suficientemente grande.

5.2. Sectores y áreas de incendio, superficie construida y usos

La superficie total construida del establecimiento es de 3250 m², esta superficie se separa en 3 sectores de incendio:

- El taller de reparación ocupa 1250 m².
- El almacén de vehículos y máquinas tiene una superficie de 1625 m².
- Las oficinas técnicas junto con la zona de vestuarios y comedor ocupan una superficie de 375 m² divididos en 3 plantas.

En el caso de las oficinas debido a que se trata de una zona administrativa y su superficie es superior a 250 m² se rige por el CTE DB-SI.

Se puede consultar la localización de cada sector en el Documento 6: Planos. 04, Sectores de incendio del emplazamiento.

5.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Para el cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, se utiliza el programa online Konstruir que usa el método definido en el Anexo I del Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre.



CALCULO DE CARGA A FUEGO, PONDERADA Y CORREGIDA EN FUNCION DE LAS ACTIVIDADES

actividades de almacenamiento

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i S_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{)}$$

actividades de producción

$$Q_p = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{)}$$

Donde:

QS= densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m2.

qvi= carga de fuego(actividad de almacenamiento), aportada por cada m3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m3.

qsi= carga de fuego(actividad de producción), aportada por cada m2 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m2 .

Ci= coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

hi= altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

Si= superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m2.

Ra= coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A= superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m2.

Datos generales del establecimiento

La superficie total del sector o establecimiento, A = **3250 m2**

Datos de las actividades

id	Tipo	Actividad industrial	Ra	qvi o qsi	Ci	hi	Si	Suma
				MJ/m3 o MJ/m2				
1	Produc.	Ofcinas tecnicas	1	600	1.3		375	292500
2	Produc.	Vehiculos	1.5	300	1.3		1625	633750
3	Produc.	Talleres de reparacion	1	400	1.3		1250	650000
Mayor riesgo de activación, cuya actividad ocupa más del 10% de la suma de superficies			Ra	1.5	Total			1576250

$$QS = 1576250 / 3250 \times 1.5 = 728 \text{ MJ/m}^2$$

Con el resultado de la densidad de carga de fuego Q_s se determina mediante la tabla 26 el nivel de riesgo intrínseco que en este caso es Bajo factor 2.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 26. Nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento, RD 2267/2004.

6. Requisitos constructivos del establecimiento industrial

6.1. Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II del RD 2267/2004

- Condiciones del entorno de los edificios.
- Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que nueve metros deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos.

No se aplica.

- En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones indicadas en el apartado 10 de este apéndice.

No se aplica.

- Condiciones de aproximación de edificios.

Cumple.

6.2. Descripción y características de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta

Detallado en el Anexo 3. Diseño y cálculo de la Obra Civil en CYPE.

6.3. Cálculos justificativos de la condición de cubierta ligera

No exigible.

Cubiertas no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes, su fallo no puede ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometen la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y su riesgo intrínseco es bajo.

6.4. Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida, según Anexo II del RD 2267/2004, punto 1

No se aplica, se trata de un establecimiento de tipo C y nivel intrínseco bajo.

6.5. Justificación de que la superficie construida de cada sector de incendio es admisible

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C, o constituirá un área de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo D o tipo E, según el anexo I del RD 2267/2004.

La nave del proyecto se trata de un establecimiento industrial de tipo C y riesgo intrínseco bajo factor 2, por lo que la máxima superficie es de 6000 m² como se observa en la tabla 27.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
1	2000	6000	SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000

Tabla 27. Máxima superficie del establecimiento para nivel intrínseco bajo, RD 2267/2004.

6.6. Justificación de que la distribución de los materiales combustibles en las áreas de incendio cumple los requisitos exigibles

No se aplica, se trata de un establecimiento tipo C.

6.7. Justificación de la condición de reacción al fuego de los elementos constructivos

6.7.1. Justificación de la reacción al fuego de los revestimientos: suelos, paredes, techos, lucernarios y revestimiento exterior de fachadas. Productos incluidos en paredes y cerramientos

Cumple, siendo los materiales de construcción de la nave de clase A1 o A1_{FL} (M0) según en Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, más favorables que los de la clase C_{FL}-s1 y C-s3 d0 (M2).

6.7.2. Justificación de la reacción al fuego de los productos interiores en falsos techos o suelos elevados. Tipo de cables eléctricos

Cumple, los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase B-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

6.8. Justificación de la estabilidad al fuego de los elementos de la estructura portante de los edificios: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta

La determinación de la estabilidad ante el fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio del establecimiento industrial, se aplica la adopción de los valores que se establecen en el anexo II del Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre, apartado 4.1 o más favorable.

6.8.1. Tipologías concretas, según Anexo II del RD 2267/2004

Para los elementos estructurales portantes del edificio, tratado como un establecimiento de tipo C con un nivel de riesgo intrínseco bajo la estabilidad al fuego exigida y de obligado cumplimiento será de categoría R-30.

6.9. Justificación de la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de los sectores de incendio: forjados, medianeras, cubiertas, puertas de paso, huecos, compuertas, orificios de paso de canalizaciones, tapas de registro de patinillos, galerías de servicios, compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- a) Capacidad portante R.
- b) Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- c) Aislamiento térmico I.

La resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento será, como mínimo EI 120 para elementos sin función portante y REI 120 (RF-120) para elementos con función portante en establecimientos de riesgo bajo.

6.10. Justificación y cálculo de la evacuación del establecimiento industrial

6.10.1. Justificación y cálculo de la ocupación de cada uno de los sectores de incendio

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación P, en este caso se considera que el número de personas que ocupa cada sector es menor que 100, entonces $P = 1,10 p$.

Zona de almacén: $P = 1,10 * 12 = 13,20 \rightarrow 14$

Zona de taller: $P = 1,10 * 8 = 8,80 \rightarrow 9$

6.10.2. Justificación de los elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, rampas, ascensores, escaleras, pasillos y salidas

Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.1, subapartados 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5 y 7.1.6, respectivamente.

6.10.3. Justificación y cálculo del número y disposición de las salidas

Según lo dispuesto en el artículo 7 de la NBE-CPI/96, apartado 7.2, el establecimiento necesitará una salida en la zona de taller y almacén.

6.10.4. Justificación y cálculo de la longitud máxima de los recorridos de evacuación

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en la tabla 28 y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96, sabiendo que el establecimiento es de nivel de riesgo bajo:

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo(*)	35 m (**)	50 m
Medio	25 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 28. Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas, RD 2267/2004.

6.10.5. Justificación del dimensionamiento de las puertas, pasillos, escaleras, escaleras protegidas, vestíbulos previos, ascensores y rampas

El dimensionamiento de puertas, pasillos, escaleras, escaleras protegidas, vestíbulos previos, ascensores y rampas deben cumplir las prescripciones de acuerdo con los artículos 7, 8, 9 y 10 de la NBE-CPI/96, con sus respectivos subapartados.

6.10.6. Justificación y cálculo de la evacuación en establecimientos industriales con configuración D y E

No se aplica, el establecimiento es de tipo C.

6.11. Justificación y cálculo de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales

Para este establecimiento no será necesario un sistema de evacuación de humos y gases.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.

Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta. Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

6.12. Almacenamientos. Justificación del sistema de almacenaje

Sistema de almacenaje manual. Las unidades de carga que se almacenan se transportan y elevan mediante operativa manual, con presencia de personas en el almacén.

6.13. Justificación del cumplimiento de los requisitos del sistema de almacenaje en estanterías metálicas

Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).

Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.

Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).

Los sistemas de almacenaje en estanterías metálicas operadas manualmente deben cumplir además los siguientes requisitos:

Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado.

Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación deberán tener una anchura libre igual o mayor que un metro.

Los pasos transversales entre estanterías deberán estar distanciados entre sí en longitudes máximas de 10 m para almacenaje manual y 20 m para almacenaje mecanizado, longitudes que podrán duplicarse si la ocupación en la zona de almacén es inferior a 25 personas.

6.14. Descripción de las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento. Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que les afectan

Las instalaciones de los servicios eléctricos, las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

En el caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

6.15. Riesgo forestal. Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de vegetación baja y arbustiva

La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones de aproximación a los edificios, en el caso de este establecimiento se cumplen.

7. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios

Los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales están detallados en el anexo III del Real Decreto 2267/2004, del 3 de diciembre.

7.1. Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendio

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de tipo C con nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.2. Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio

Se aplica, ya que su superficie total construida es mayor que 1.000 m².

La instalación de un sistema manual de alarma de incendio se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

7.3. Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma

No se aplica, la superficie total de construcción es menor que 10.000 m².

7.4. Justificación y descripción del tipo y número de bocas de incendio equipadas

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.5. Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.6. Justificación, cálculo y descripción del sistema de rociadores automáticos de agua

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.7. Justificación, cálculo y descripción del sistema de agua pulverizada

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.8. Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua contra incendios. Cálculo del caudal mínimo y reserva de agua. Categoría del abastecimiento. Descripción y cálculo de la red de tuberías

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.9. Justificación y cálculo del tipo y número de extintores portátiles

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Clases de fuego:

A: Combustibles sólidos. → Sí.

B: Combustibles líquidos. → Sí.

C: Combustibles gaseosos. → No.

D: Metales combustibles: → No.

E: Cualquier combustible que queme en presencia de cables o equipos eléctricos de baja tensión.
→ No.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A-B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio sumando los necesarios para cada clase de fuego (A y B), evaluados independientemente, según la tabla 3.1 y la tabla 3.2 del RD 2267/2004, respectivamente. Teniendo en cuenta que grado de riesgo intrínseco de los sectores y de la superficie máxima protegida del sector de incendio. Se precisa de la dotación de estos extintores para cada zona:

Almacén: 4 extintores con eficacia mínima 21A - 113B.

Taller: 4 extintores con eficacia mínima 21A - 113B.

La instalación y distribución de estos extintores se realiza según las medidas del RD 2267/2004, anexo III, punto 8.

7.10. Justificación, cálculo y descripción del sistema de columna seca

No se aplica, se trata de un establecimiento de tipo C.

7.11. Justificación, cálculo y descripción del sistema de espuma física

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.12. Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por polvo

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.13. Justificación, cálculo y descripción del sistema de extinción por agentes extintores gaseosos

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento de 3250 m², de tipo C y nivel de riesgo intrínseco bajo. Tampoco se constituyen recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

7.14. Justificación y descripción del sistema de alumbrado de emergencia

No se aplica, ya que se trata de un establecimiento sobre rasante y nivel de riesgo intrínseco bajo.

7.15. Justificación y descripción de la señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Se puede consultar el recorrido de evacuación, la señalización del edificio y las instalaciones contra incendios en el Documento 6: Planos. 05, Vías de evacuación e instalaciones de protección contra incendios.

8. Zona de oficinas técnicas. Objeto del Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio

Según el Real Decreto 2267/2004, cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, uno de los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial es no superar el límite de superficie construida de 250 m² en una zona administrativa.

Por eso la zona de oficinas técnicas se rigen por el Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación.

El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”, en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

8.1. Sección SI 1. Propagación interior

8.1.1. Compartimentación en sectores de incendio

En el caso de este proyecto las oficinas tienen una superficie total de 375 m² distribuidos en tres plantas. Se trata de un edificio o establecimiento administrativo con una superficie menor a 2500 m² como se establece en el DB-SI 1.

La resistencia al fuego de las paredes y techos que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto, es de EI 60.

Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural.

Para las puertas de paso entre sectores de incendio es de EI2 t-C5, siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre.

8.1.2. Locales y zonas de riesgo especial

No se aplica, no existe ninguna zona de riesgo especial.

8.1.3. Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

8.1.4. Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 29.

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
<i>Pasillos y escaleras protegidos</i>	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾

Tabla 29. Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos, CTE DB-SI.

8.2. Sección SI 2. Propagación exterior

8.2.1. Medianerías y fachadas

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal y vertical del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados por la distancia y ángulo descritos en la Sección SI 2, punto 1 del CTE DB-SI.

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en una fachada de altura hasta 10 m, D-s3, d0.

8.2.2. Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto.

8.3. Sección SI 3. Evacuación de ocupantes

8.3.1. Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 de la sección SI 3 del CTE DB-SI en función de la superficie útil de cada zona.

Administrativo.

Zonas oficinas: $287,22 \text{ (m}^2 \text{ útiles)} / 10 \text{ (m}^2 \text{/persona)} = 28,72 \rightarrow 29 \text{ personas}$

8.3.2. Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Para un edificio con 2 salidas de planta la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 metros.

8.3.3. Dimensionado de los medios de evacuación

Siguiendo el método de cálculo establecido el CTE DB-SI, los resultados finales para el dimensionado de los elementos de evacuación de las oficinas son los contenidos en la tabla 30.

Tipo elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq 0,80 \text{ m}$
Pasillos y rampas	$A \geq 1,00 \text{ m}$
Escaleras no protegidas	$A \geq 0,90 \text{ m}$

Tabla 30. Dimensionado de los elementos de evacuación.

8.3.4. Protección de las escaleras

Escaleras no protegidas, zona administrativa con una altura de evacuación descendente menor a 14 metros.

8.3.5. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.

8.3.6. Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988.

8.3.7. Control del humo de incendio

No se aplica, se trata de una zona administrativa.

8.3.8. Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio

No se aplica, se trata de una zona administrativa con una altura de evacuación menor a 14 metros.

8.4. Sección SI 4. Instalaciones de protección contra incendios

8.4.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1 de la sección S4 del CTE DB-SI. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el “Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios”, en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación.

Para este edificio administrativo hay que disponer de las siguientes instalaciones:

- Extintores portátiles de eficacia 21^a-113B a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

8.4.2. Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

La señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios debe cumplir lo establecido en el vigente Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

Se puede consultar el recorrido de evacuación, la señalización del edificio y las instalaciones contra incendios en el Documento 6: Planos. 05, Vías de evacuación e instalaciones de protección contra incendios.

8.5. Sección SI 5 Intervención de los bomberos

No se aplica, ya que la altura de evacuación descendente del edificio es menor a 9 metros.

8.6. Sección SI 6. Resistencia al fuego de la estructura

8.6.1. Elementos estructurales principales

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si alcanza la clase indicada en la tabla 31. Para este edificio deben alcanzar una resistencia R60.

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

Tabla 31. Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales, CTE DB-SI.

8.6.2. Elementos estructurales secundarios

Los elementos estructurales cuyo colapso ante la acción directa del incendio no pueda ocasionar daños a los ocupantes, ni comprometer la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio, como puede ser el caso de pequeñas entreplantas o de suelos o escaleras de construcción ligera, etc., no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. Introducción.....	636
2. Pliego de cláusulas administrativas	636
2.1. Disposiciones Generales.....	636
2.1.1. Disposiciones de carácter general.....	636
2.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares	642
2.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas	649
2.2. Disposiciones Facultativas.....	653
2.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación	653
2.2.2. Agentes que intervienen en la obra	655
2.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud	655
2.2.4. Agentes en materia de gestión de residuos	656
2.2.5. La Dirección Facultativa	656
2.2.6. Visitas facultativas.....	656
2.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes.....	656
2.2.8. Documentación final de obra: Libro del Edificio	667
2.3. Disposiciones Económicas.....	667
2.3.1. Definición	667
2.3.2. Contrato de obra	668
2.3.3. Criterio General	668
2.3.4. Fianzas.....	669
2.3.5. De los precios	669
2.3.6. Obras por administración.....	673
2.3.7. Valoración y abono de los trabajos	674
2.3.8. Indemnizaciones Mutuas	676
2.3.9. Varios	676
2.3.10. Retenciones en concepto de garantía	678
2.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra	678
2.3.12. Liquidación económica de las obras.....	678
2.3.13. Liquidación final de la obra	679
3. Pliego de condiciones técnicas particulares	679
3.1. Prescripciones sobre los materiales.....	679
3.1.1. Garantías de calidad (Mercado CE)	680
3.1.2. Hormigones	682
3.1.3. Aceros para hormigón armado	685

3.1.4.	Aceros para estructuras metálicas	690
3.1.5.	Aislantes e impermeabilizantes	691
3.2.	Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra	692
3.2.1.	Acondicionamiento del terreno	698
3.2.2.	Cimentaciones.....	704
3.2.3.	Estructuras	710
3.2.4.	Fachadas y particiones	729
3.2.5.	Instalaciones.....	732
3.2.6.	Cubiertas	736
3.3.	Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.....	738
3.4.	Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.....	740

1. Introducción

Según figura en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas del CTE y demás normativa aplicable. Esta definición incluirá, al menos, la siguiente información contenida en el Pliego de Condiciones:

- Las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción que deba realizarse. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre los materiales, del presente Pliego de Condiciones.
- Las características técnicas de cada unidad de obra, con indicación de las condiciones para su ejecución y las verificaciones y controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto. Se precisarán las medidas a adoptar durante la ejecución de las obras y en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, del presente Pliego de Condiciones.
- Las verificaciones y las pruebas de servicio que, en su caso, deban realizarse para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en el apartado correspondiente a las Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado, del presente Pliego de Condiciones.

2. Pliego de cláusulas administrativas

2.1. Disposiciones Generales

2.1.1. Disposiciones de carácter general

2.1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

2.1.1.2. Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

2.1.1.3. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

2.1.1.4. Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación". En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.
- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.

- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

2.1.1.5. Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

2.1.1.6. Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

2.1.1.7. Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al

derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

2.1.1.8. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las estipulaciones contenidas en el pliego de cláusulas administrativas particulares y al proyecto que sirve de base al contrato y conforme a las instrucciones que la Dirección Facultativa de las obras diere al contratista.

Cuando las instrucciones fueren de carácter verbal, deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras y de todos los defectos que en la construcción puedan advertirse durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

2.1.1.9. Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

2.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o

contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

2.1.1.11. Anuncios y carteles

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

2.1.1.12. Copia de documentos

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

2.1.1.13. Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

2.1.1.14. Hallazgos

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o

edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la Dirección Facultativa.

2.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- La muerte o incapacitación del contratista.
- La quiebra del contratista.
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.

- La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- La suspensión de la iniciación de las obras por plazo superior a cuatro meses.
- Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- La demora injustificada en la comprobación del replanteo.
- La suspensión de las obras por plazo superior a ocho meses por parte del promotor.
- El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.
- La mala fe en la ejecución de la obra.

2.1.1.16. Efectos de rescisión del contrato de obra

La resolución del contrato dará lugar a la comprobación, medición y liquidación de las obras realizadas con arreglo al proyecto, fijando los saldos pertinentes a favor o en contra del contratista.

Si se demorase injustificadamente la comprobación del replanteo, dando lugar a la resolución del contrato, el contratista sólo tendrá derecho por todos los conceptos a una indemnización equivalente al 2 por cien del precio de la adjudicación, excluidos los impuestos.

En el supuesto de desistimiento antes de la iniciación de las obras, o de suspensión de la iniciación de las mismas por parte del promotor por plazo superior a cuatro meses, el contratista tendrá derecho a percibir por todos los conceptos una indemnización del 3 por cien del precio de adjudicación, excluidos los impuestos.

En caso de desistimiento una vez iniciada la ejecución de las obras, o de suspensión de las obras iniciadas por plazo superior a ocho meses, el contratista tendrá derecho por todos los conceptos al 6 por cien del precio de adjudicación del contrato de las obras dejadas de realizar en concepto de beneficio industrial, excluidos los impuestos.

2.1.1.17. Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

2.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

2.1.2.1. Accesos y vallados

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

2.1.2.2. Replanteo

La ejecución del contrato de obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo, dentro del plazo de treinta días desde la fecha de su formalización.

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

2.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la Dirección Facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.

- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

2.1.2.4. Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la Dirección Facultativa.

2.1.2.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la Dirección Facultativa en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

2.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la Dirección Facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

2.1.2.8. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

2.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que, habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

2.1.2.10. Trabajos defectuosos

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la Dirección Facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

2.1.2.11. Responsabilidad por vicios ocultos

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si la obra se arruina o sufre deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste responderá de los daños y perjuicios que se

produzcan o se manifiesten durante un plazo de quince años a contar desde la recepción de la obra.

Asimismo, el contratista responderá durante dicho plazo de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de estas.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director de la ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

2.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los que se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.1.2.13. Presentación de muestras

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

2.1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

2.1.2.16. Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

2.1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

2.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

2.1.3.1. Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía será el establecidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

2.1.3.2. Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

2.1.3.3. Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

2.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

2.1.3.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año salvo casos especiales

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la Dirección Facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras.

Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días.

En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra, la Dirección Facultativa procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para su debida reparación, concediéndole para ello un plazo durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

2.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

2.1.3.7. Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

2.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

2.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

2.2. Disposiciones Facultativas

2.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

2.2.1.1. El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparán también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público" y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

2.2.1.2. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

2.2.1.3. El constructor o contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

2.2.1.4. El director de obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

2.2.1.5. El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la Dirección Facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y

calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

2.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

2.2.1.7. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

2.2.2. Agentes que intervienen en la obra

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

2.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

2.2.4. Agentes en materia de gestión de residuos

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

2.2.5. La Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la Dirección Facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

2.2.6. Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la Dirección Facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

2.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

2.2.7.1. El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se regirán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

2.2.7.2. El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera

que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

2.2.7.3. El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos

que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la Dirección Facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aun cuando estos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por

prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la Dirección Facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la Dirección Facultativa.

Auxiliar al Director de la Ejecución de la Obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

2.2.7.4. El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.2.7.5. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (lex artis) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del

funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

2.2.7.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

2.2.7.7. Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

2.2.7.8. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.2.8. Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

2.2.8.1. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.3. Disposiciones Económicas

2.3.1. Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

2.3.2. Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la Dirección Facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la Dirección Facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).
- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la Dirección Facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

2.3.3. Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones

contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

2.3.4. Fianzas

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

2.3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

2.3.4.2. Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

2.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

2.3.5. De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

2.3.5.1. Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

2.3.5.2. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

2.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

2.3.5.4. Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

2.3.5.5. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

2.3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

2.3.5.7. De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

2.3.5.8. Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

2.3.6. Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

2.3.7. Valoración y abono de los trabajos

2.3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda este obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

2.3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el Director de Ejecución de la Obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la Dirección Facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la Dirección Facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

2.3.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la Dirección Facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.3.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

2.3.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

2.3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

2.3.8. Indemnizaciones Mutuas

2.3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

2.3.8.2. Demora de los pagos por parte del promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

2.3.9. Varios

2.3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

2.3.9.2. Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

2.3.9.3. Seguro de las obras

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

2.3.9.4. Conservación de la obra

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

2.3.9.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

2.3.9.6. Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por

conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

2.3.10. Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

2.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

2.3.12. Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los

correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

2.3.13. Liquidación final de la obra

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

3. Pliego de condiciones técnicas particulares

3.1. Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

3.1.1. Garantías de calidad (Marcado CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicado en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Reglamento (UE) Nº 305/2011. Reglamento por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo".

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica
- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

3.1.2. Hormigones

3.1.2.1. Hormigón estructural

Condiciones de suministro:

- El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.
- Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.
- Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.
- El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

Recepción y control:

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:

- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
- Se entregarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- Durante el suministro:
 - Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:
 - Nombre de la central de fabricación de hormigón.
 - Número de serie de la hoja de suministro.
 - Fecha de entrega.
 - Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
 - Especificación del hormigón.
 - En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
 - Designación.
 - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m^3) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
 - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - Tipo de ambiente.
 - Tipo, clase y marca del cemento.
 - Consistencia.
 - Tamaño máximo del árido.
 - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
 - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
 - Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
 - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.

- Hora límite de uso para el hormigón.
- Después del suministro:
 - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Conservación, almacenamiento y manipulación:

- En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

Recomendaciones para su uso en obra:

- El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.
- Hormigonado en tiempo frío:
 - La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.
 - Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
 - En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.
 - En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.
- Hormigonado en tiempo caluroso:
 - Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

3.1.3. Aceros para hormigón armado

3.1.3.1. Aceros corrugados

Condiciones de suministro:

- Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

Recepción y control:

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de las siguientes características:
 - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
 - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
 - Aptitud al doblado simple.
 - Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.
 - Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:
 - Marca comercial del acero.
 - Forma de suministro: barra o rollo.
 - Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.
 - Composición química.
 - En la documentación, además, constará:
 - El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.
 - Fecha de emisión del certificado.

- Durante el suministro:
 - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.
 - Hasta la entrada en vigor del marcado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.
 - La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.
 - En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.
 - En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.
- Después del suministro:
 - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:
 - En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:
 - Identificación de la entidad certificadora.
 - Logotipo del distintivo de calidad.
 - Identificación del fabricante.
 - Alcance del certificado.
 - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
 - Número de certificado.
 - Fecha de expedición del certificado.
 - Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
 - En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.

- Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

Conservación, almacenamiento y manipulación:

- Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.
- Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.
- En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.
- La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:
 - Almacenamiento de los productos de acero empleados.
 - Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.
 - Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

Recomendaciones para su uso en obra:

- Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.
- Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

3.1.3.2. Mallas electrosoldadas

Condiciones de suministro:

- Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

Recepción y control:

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará un certificado de garantía del fabricante firmado por persona física con representación suficiente y que abarque todas las características contempladas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
 - Se entregará copia de documentación relativa al acero para armaduras pasivas.
 - Durante el suministro:
 - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.
 - Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.
 - Las clases técnicas se especificarán mediante códigos de identificación de los tipos de acero empleados en la malla mediante los correspondientes engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas o los alambres, en su caso, deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.
 - Después del suministro:
 - El certificado de garantía del producto suministrado, firmado por persona física con poder de representación suficiente.
- Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:
 - En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la Dirección Facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:
 - Identificación de la entidad certificadora.
 - Logotipo del distintivo de calidad.
 - Identificación del fabricante.
 - Alcance del certificado.
 - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
 - Número de certificado.
 - Fecha de expedición del certificado.
 - Antes del inicio del suministro, la Dirección Facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido

en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
 - En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.
 - Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la Dirección Facultativa.

Conservación, almacenamiento y manipulación:

- Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia, y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.
- Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.
- En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.

Recomendaciones para su uso en obra:

- Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.
- Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

3.1.4. Aceros para estructuras metálicas

3.1.4.1. Aceros en perfiles laminados

Condiciones de suministro:

- Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).
- Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.
- Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra acabadas con imprimación antioxidante tengan una preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y hayan recibido en taller dos manos de imprimación anticorrosiva, libre de plomo y de cromados, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura.
- Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra con acabado galvanizado tengan el recubrimiento de zinc homogéneo y continuo en toda su superficie, y no se aprecien grietas, exfoliaciones, ni desprendimientos en el mismo.

Recepción y control:

- Documentación de los suministros:
 - Para los productos planos:
 - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
 - Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:
 - Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).
 - El tipo de documento de la inspección.
 - Para los productos largos:
 - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Conservación, almacenamiento y manipulación:

- Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.
- El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

Recomendaciones para su uso en obra:

- El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

3.1.5. Aislantes e impermeabilizantes

3.1.5.1. Aislantes conformados en planchas rígidas

Condiciones de suministro:

- Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos.
- Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.
- En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

Recepción y control:

- Documentación de los suministros:
 - Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.
 - Si el material ha de ser componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará el valor del factor de resistencia a la difusión del agua.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

Conservación, almacenamiento y manipulación:

- Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.
- Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y limpias.
- Se protegerán de la insolación directa y de la acción del viento.

Recomendaciones para su uso en obra:

- Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

3.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA

En algunos casos, será necesaria la presentación al director de la ejecución de la obra de una serie de documentos por parte del contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo, la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCIÓN

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

PRUEBAS DE SERVICIO

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del director de ejecución de la obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado

oportunamente, no compareciere a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el director de ejecución de la obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la Dirección Facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la Dirección Facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (FORJADOS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de $X \text{ m}^2$.

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

ESTRUCTURAS (MUROS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

FACHADAS Y PARTICIONES

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de $X \text{ m}^2$, lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de $X \text{ m}^2$ se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de $X \text{ m}^2$, se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

INSTALACIONES

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOCADOS DE CEMENTO)

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$, el exceso sobre los $X \text{ m}^2$. Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a $X \text{ m}^2$. Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de moquetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

3.2.1. Acondicionamiento del terreno

Unidad de obra ADL010b

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo en el terreno. Corte de arbustos. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.

Unidad de obra ADE002

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- NTE-ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: plano altimétrico de la zona, cota del nivel freático y tipo de terreno que se va a excavar a efecto de su trabajabilidad.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno.

Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por el vaciado.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Notificará al director de la ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La excavación quedará limpia y a los niveles previstos, cumpliéndose las exigencias de estabilidad de los cortes de tierras, taludes y edificaciones próximas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que las características geométricas permanecen inamovibles.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

Unidad de obra ADT010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Transporte de tierras con camión de 8 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que están perfectamente señalizadas sobre el terreno las zonas de trabajo y vías de circulación, para la organización del tráfico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Transporte de tierras dentro de la obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las vías de circulación utilizadas durante el transporte quedarán completamente limpias de cualquier tipo de restos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.

Unidad de obra ANS010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: NTE-RSS. Revestimientos de suelos: Soleras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que la superficie base presenta una planeidad adecuada, cumple los valores resistentes tenidos en cuenta en la hipótesis de cálculo, y no tiene blandones, bultos ni materiales sensibles a las heladas.

El nivel freático no originará sobre empujes.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie de la solera cumplirá las exigencias de planeidad y resistencia, y se dejará a la espera del solado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá el hormigón fresco frente a lluvias, heladas y temperaturas elevadas. No se superarán las cargas previstas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye la base de la solera.

3.2.2. Cimentaciones

Unidad de obra CRL010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- CTE. DB-HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará, visualmente o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del Proyecto.

El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo y consistencia del terreno, se incorporará a la documentación final de obra.

En particular, se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y, apreciablemente, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, que el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, que el terreno presenta, apreciablemente, una resistencia y una humedad similares a la supuesta en el estudio geotécnico, que no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc., y, por último, que no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

Una vez realizadas estas comprobaciones, se confirmará la existencia de los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra, y que el plano de apoyo del terreno es horizontal y presenta una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie quedará horizontal y plana.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHH030

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, para formación de zapata de cimentación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

- NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHH030b

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, para formación de viga entre zapatas.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra CHA010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en zapata de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto.

FASES DE EJECUCIÓN

Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra CHA010b

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller de obra y montaje en viga entre zapatas. Incluso alambre de atar y separadores.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso teórico calculado según documentación gráfica de Proyecto.

FASES DE EJECUCIÓN

Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se calculará el peso teórico de la armadura ejecutada según especificaciones de Proyecto.

3.2.3. Estructuras

Unidad de obra EAS006

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 600x700 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-

EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 100 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAS006b

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x550 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 97 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimientto. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAS006c

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x500 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 76 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimientto. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el

hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAS006d

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x600 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 76 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAS006e

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x350 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 71 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAS006f

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 650x700 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 100 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAS006g

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x500 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 77 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La posición de la placa será correcta. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAT030

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones atornilladas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.

Unidad de obra EAU010

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en viguetas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la vigueta. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAV010

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAV010b

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10210-1 S275J0H, en vigas formadas por piezas simples de perfiles huecos acabados en caliente de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.
- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.
- Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EPE010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, $f_{ck}=35 \text{ N/mm}^2$, con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Montaje: CTE. DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de las losas sobre las vigas o muros. Izado y presentación de las losas mediante grúa. Ajuste a su posición correcta y nivelación. Formación de la unión con los elementos de apoyo. Llenado y sellado de juntas. Montaje y desmontaje de apeos complementarios.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra EPF010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Losa de 20 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 89 kN·m/m, con altura libre de planta de hasta 3 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m², y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; apuntalamiento y desapuntalamiento de la losa. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m², para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobarán las condiciones de los elementos de apoyo de las placas alveolares en función de su naturaleza y se tendrá especial cuidado en su replanteo.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de la geometría de la planta. Montaje de las placas alveolares mediante grúa. Apuntalamiento. Enlace de la losa con sus apoyos. Cortes, cajeados, taladros y huecos. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Reglado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desapuntalamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas. La superficie quedará uniforme y sin irregularidades.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.

3.2.4. Fachadas y particiones

Unidad de obra FLA030

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Fachada de paneles sándwich aislantes, de 80 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 145 kg/m³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: CTE. DB-HE Ahorro de energía.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que la estructura portante presenta aplomado, planeidad y horizontalidad adecuados.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será resistente y estable frente a las acciones, tanto exteriores como provocadas por el propio edificio. La fachada será estanca y tendrá buen aspecto.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos. Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.

Unidad de obra FIM015

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Partición interior con paneles machihembrados de sectorización de acero con aislamiento incorporado, de 80 mm de espesor y 1150 mm de anchura, Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, resistencia al fuego EI 90 según UNE-EN 1366-1, formados por dos paramentos de chapa de acero estándar acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 55 kg/m³, remates y accesorios. Incluso replanteo, mermas, remates, cubrejuntas y accesorios de fijación. Totalmente montada.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: CTE. DB-HE Ahorro de energía.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que se ha terminado la ejecución completa de la estructura, que el soporte ha fraguado totalmente, y que está seco y limpio de cualquier resto de obra.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C o superior a 40°C, llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de los paneles. Colocación y fijación de los paneles. Remates.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto quedará monolítico, estable frente a esfuerzos horizontales, plano, de aspecto uniforme, aplomado y sin defectos.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes. Se evitarán las humedades y la colocación de elementos pesados sobre los paneles.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².

3.2.5. Instalaciones

Unidad de obra IOD004

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, con tapa de metacrilato. Incluso elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.
- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOS010

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La visibilidad será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOS020

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La visibilidad será adecuada.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes y salpicaduras.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOX010

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

En caso de utilizar en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El extintor quedará totalmente visible. Llevará incorporado su correspondiente placa identificativa.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

3.2.6. Cubiertas

Unidad de obra QUM020

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 80 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: CTE. DB-HS Salubridad.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

La naturaleza del soporte permitirá el anclaje mecánico de los paneles sándwich aislantes, y su dimensionamiento garantizará la estabilidad, con flecha mínima, del conjunto.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos cuando la temperatura ambiente sea inferior a 1°C, llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Serán básicas las condiciones de estanqueidad y el mantenimiento de la integridad de la cobertura frente a la acción del viento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.

3.3. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la Dirección Facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

C CIMENTACIONES

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.
- No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.
- El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.

- La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.
- El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

E ESTRUCTURAS

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, al entrar en carga se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, verificando que no se producen deformaciones no previstas en el proyecto ni aparecen grietas en los elementos estructurales.

En caso contrario y cuando se aprecie algún problema, se deben realizar pruebas de carga, cuyo coste será a cargo de la empresa constructora, para evaluar la seguridad de la estructura, en su totalidad o de una parte de ella. Estas pruebas de carga se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de las pruebas, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente.

F FACHADAS Y PARTICIONES

Prueba de escorrentía para comprobar la estanqueidad al agua de una zona de fachada mediante simulación de lluvia sobre la superficie de prueba, en el paño más desfavorable.

Prueba de escorrentía, por parte del constructor, y a su cargo, para comprobar la estanqueidad al agua de puertas y ventanas de la carpintería exterior de los huecos de fachada, en al menos un hueco cada 50 m² de fachada y no menos de uno por fachada, incluyendo los lucernarios de cubierta, si los hubiere.

I INSTALACIONES

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad.

Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

3.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación,

considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

DOCUMENTO 4: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.- Movimiento de tierras en edificación					
1.1.1.- Desbroce y limpieza					
1.1.1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	6.805,000	1,63	11.092,15
Total 1.1.1.- ADL Desbroce y limpieza:					11.092,15
1.1.2.- Excavaciones					
1.1.2.1	m ³	Excavación a cielo abierto, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.	543,079	5,23	2.840,30
Total 1.1.2.- ADE Excavaciones:					2.840,30
1.1.3.- Transportes					
1.1.3.1	m ³	Transporte de tierras con camión de 8 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.	543,079	0,99	537,65
Total 1.1.3.- ADT Transportes:					537,65
Total 1.1.- AD Movimiento de tierras en edificación:					14.470,10
1.2.- Nivelación					
1.2.1.- Soleras					
1.2.1.1	m ²	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	3.000,000	15,58	46.740,00
Total 1.2.1.- ANS Soleras:					46.740,00
Total 1.2.- AN Nivelación:					46.740,00
Total presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno:					61.210,10

Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1.- Regularización					
2.1.1.- Hormigón de limpieza					
2.1.1.1	m ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	389,475	7,20	2.804,22
Total 2.1.1.- CRL Hormigón de limpieza:					2.804,22
Total 2.1.- CR Regularización:					2.804,22
2.2.- Hormigones, aceros y encofrados					
2.2.1.- Hormigones					
2.2.1.1	m ³	Hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, para formación de zapata de cimentación.	543,079	89,07	48.372,05
2.2.1.2	m ³	Hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, para formación de viga entre zapatas.	40,800	85,31	3.480,65
Total 2.2.1.- CHH Hormigones:					51.852,70
2.2.2.- Aceros					
2.2.2.1	kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y montaje en zapata de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores.	18.178,000	1,75	31.811,50
2.2.2.2	kg	Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller de obra y montaje en viga entre zapatas. Incluso alambre de atar y separadores.	1.489,000	1,63	2.427,07
Total 2.2.2.- CHA Aceros:					34.238,57
Total 2.2.- CH Hormigones, aceros y encofrados:					86.091,27
Total presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones:					88.895,49

Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.- Acero					
3.1.1.- Placas de anclaje					
3.1.1.1	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 600x700 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 105 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	12,000	403,64	4.843,68
3.1.1.2	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x550 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 97 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	3,000	286,99	860,97
3.1.1.3	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x500 mm y espesor 25 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 76 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	1,000	210,23	210,23
3.1.1.4	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x600 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 12 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 76 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	1,000	260,48	260,48
3.1.1.5	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x350 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 71 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	1,000	75,72	75,72

3.1.1.6	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 650x700 mm y espesor 35 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 115 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	9,000	425,26	3.827,34
3.1.1.7	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 500x500 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 77 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	3,000	234,15	702,45
Total 3.1.1.- EAS Placas de anclaje:					10.780,87
3.1.2.- Correas					
3.1.2.1	kg	Acero UNE-EN 10162 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.	39.564,000	1,84	72.797,76
Total 3.1.2.- EAT Correas:					72.797,76
3.1.3.- Acero en barras estructurales					
3.1.3.1	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas y pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.	56.140,000	1,52	85.332,80
3.1.3.2	kg	Acero UNE-EN 10210-1 S275J0H, en vigas y barras formadas por piezas simples de perfiles huecos acabados en caliente de las series redondo, cuadrado o rectangular, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.	41.645,000	1,70	70.796,50
3.1.3.3	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en tirantes formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.	6.610,000	1,76	11.633,60
Total 3.1.3.- EAV Acero en barras estructurales:					167.762,90
Total 3.1.- EA Acero:					251.341,53
3.2.- Hormigón prefabricado					
3.2.1.- Escaleras					
3.2.1.1	m ²	Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, fck=35 N/mm ² , con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón.	24,080	73,29	1.764,82

			Total 3.2.1.- EPE Escaleras:	1.764,82	
3.2.2.- Losas					
3.2.2.1	m ²	Losas de 20 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 89 kN·m/m, con altura libre de planta de hasta 3 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m ² , y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; apuntalamiento y desapuntalamiento de la losa. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m ² , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores.	124,950	76,20	9.521,19
			Total 3.2.2.- EPF Losas:	9.521,19	
			Total 3.2.- EP Hormigón prefabricado:	11.286,01	
			Total presupuesto parcial nº 3 Estructuras:	262.627,54	

Presupuesto parcial nº 4 Fachadas y particiones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1.- Fachadas ligeras					
4.1.1.- Metálicas					
4.1.1.1	m ²	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 80 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 145 kg/m ³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	3.166,625	78,33	248.041,74
Total 4.1.1.- FLA Metálicas:					248.041,74
Total 4.1.- FL Fachadas ligeras:					248.041,74
4.2.- Particiones ligeras					
4.2.1.- Paneles de sectorización					
4.2.1.1	m ²	Partición interior formada por paneles machihembrados de sectorización de acero con aislamiento incorporado, de 80 mm de espesor y 1150 mm de anchura, Euroclase A2-s1, d0 de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1, resistencia al fuego EI 90 según UNE-EN 1366-1, formados por dos paramentos de chapa de acero estándar acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 55 kg/m ³ .	625,000	43,18	26.987,50
Total 4.2.1.- FIM Paneles de sectorización:					26.987,50
Total 4.2.- FI Particiones ligeras:					26.987,50
Total presupuesto parcial nº 4 Fachadas y particiones:					275.029,24

Presupuesto parcial nº 5 Instalaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.1.- Contra incendios					
5.1.1.- Detección y alarma					
5.1.1.1	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, con tapa de metacrilato. Incluso elementos de fijación.	5,000	32,67	163,35
Total 5.1.1.- IOD Detección y alarma:					163,35
5.1.2.- Señalización					
5.1.2.1	Ud	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.	16,000	10,68	170,88
5.1.2.2	Ud	Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm. Incluso elementos de fijación.	9,000	13,82	124,38
Total 5.1.2.- IOS Señalización:					295,26
5.1.3.- Extintores					
5.1.3.1	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.	11,000	43,51	478,61
Total 5.1.3.- IOX Extintores:					478,61
Total 5.1.- IO Contra incendios:					937,22
Total presupuesto parcial nº 5 Instalaciones:					937,22

Presupuesto parcial nº 6 Cubiertas

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.1.- Componentes de cubiertas inclinadas					
6.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich					
6.1.1.1	m ²	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 80 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m ³ , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	3.015,000	62,03	187.020,45
Total 6.1.1.- QUM De chapas de acero y paneles sándwich:					187.020,45
Total 6.1.- QU Componentes de cubiertas inclinadas:					187.020,45
Total presupuesto parcial nº 6 Cubiertas:					187.020,45

Presupuesto de ejecución material	Importe (€)
1 Acondicionamiento del terreno	61.210,10
1.1.- Movimiento de tierras en edificación	14.470,10
1.1.1.- Desbroce y limpieza	11.092,15
1.1.2.- Excavaciones	2.840,30
1.1.3.- Transportes	537,65
1.2.- Nivelación	46.740,00
1.2.1.- Soleras	46.740,00
2 Cimentaciones	88.895,49
2.1.- Regularización	2.804,22
2.1.1.- Hormigón de limpieza	2.804,22
2.2.- Hormigones, aceros y encofrados	86.091,27
2.2.1.- Hormigones	51.852,70
2.2.2.- Aceros	34.238,57
3 Estructuras	262.627,54
3.1.- Acero	251.341,53
3.1.1.- Placas de anclaje	10.780,87
3.1.2.- Correas	72.797,76
3.1.3.- Acero en barras estructurales	167.762,90
3.2.- Hormigón prefabricado	11.286,01
3.2.1.- Escaleras	1.764,82
3.2.2.- Losas	9.521,19
4 Fachadas y particiones	275.029,24
4.1.- Fachadas ligeras	248.041,74
4.1.1.- Metálicas	248.041,74
4.2.- Particiones ligeras	26.987,50
4.2.1.- Paneles de sectorización	26.987,50
5 Instalaciones	937,22
5.1.- Contra incendios	937,22
5.1.1.- Detección y alarma	163,35
5.1.2.- Señalización	295,26
5.1.3.- Extintores	478,61
6 Cubiertas	187.020,45
6.1.- Componentes de cubiertas inclinadas	187.020,45
6.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich	187.020,45
Total	875.720,04

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS VEINTE EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS.

DOCUMENTO 5: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. Antecedentes y objetivos	758
2. Justificación documental	759
2.1. Objetivos del Plan de Seguridad.....	759
2.2. Deberes, obligaciones y compromisos.....	759
2.3. Principios básicos de la actividad preventiva de esta obra.....	760
3. Descripción de la obra	762
3.1. Datos generales del proyecto.....	762
3.2. Trabajos previos al inicio de la obra.....	763
3.3. Instalación eléctrica provisional de obra	763
3.4. Servicios higiénicos y vestuarios	763
3.5. Procedimientos relativos a orden y limpieza	764
3.6. Normas generales de seguridad.....	764
3.7. Protecciones contra caídas de altura	765
3.8. Transporte manual.....	765
3.9. Transporte mecánico	766
3.10. Teléfonos de interés.....	767
4. Oficios a intervenir en el desarrollo de la obra	767
5. Plan de prevención de riesgos	767
5.1. Análisis de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar	767
5.1.1. Medios auxiliares previstos para la ejecución de la obra.....	767
5.1.2. Maquinaria prevista para la ejecución de la obra	768
5.1.3. Relación de protecciones colectivas y señalización	769
5.1.4. Relación de equipos de protección individual.....	770
5.2. Identificación de riesgos y evaluación de la eficacia de las protecciones técnicas y medidas preventivas establecidas, según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto	771
5.2.1. Método empleado en la evaluación de riesgos	771
5.2.2. Instalaciones provisionales de obra	773
5.2.3. Unidades de obra	774
6. Equipos técnicos	800
6.1. Maquinaria de obra.....	800
6.1.1. Maquinaria de movimiento de tierras	800
6.1.2. Maquinaria de elevación	805

6.1.3.	Maquinaria de transporte	814
6.1.4.	Maquinaria de compactación y extendido.....	818
6.1.5.	Maquinaria de manipulación de hormigón.....	819
6.1.6.	Pequeña maquinaria	825
6.2.	Medios auxiliares	841
6.2.1.	Escalera de mano	841
6.2.2.	Contenedores.....	847
6.2.3.	Eslingas de acero	849
7.	EPIS.....	851
7.1.	Protección auditiva.....	851
7.1.1.	Orejeras.....	851
7.1.2.	Tapones	852
7.2.	Protección de la cabeza.....	853
7.2.1.	Cascos de protección (para la construcción).....	853
7.3.	Protección contra caídas	854
7.3.1.	Arneses anticaídas.....	854
7.4.	Protección de la cara y de los ojos	855
7.4.1.	Protección ocular. Uso general	855
7.4.2.	Protección ocular	857
7.5.	Protección de manos y brazos	861
7.5.1.	Guantes de protección contra riesgos mecánicos de uso general.....	861
7.5.2.	Guantes de protección contra productos químicos	862
7.6.	Protección de pies y piernas	863
7.6.1.	Calzado de uso general	863
7.7.	Vestuario de protección	864
7.7.1.	Vestuario de protección de alta visibilidad	864
8.	Protecciones colectivas	865
8.1.	Vallado de obra	865
8.2.	Señalización.....	866
8.3.	Redes.....	869
8.3.1.	Red de seguridad para uso horizontal.....	869
8.4.	Cable fiador de seguridad	873
8.5.	Eslingas de seguridad	875
9.	Pliego de condiciones	877
9.1.	Disposiciones legales de aplicación.....	877

9.2.	Condiciones de los medios de protección.....	881
9.2.1.	Protecciones personales	881
9.2.2.	Protecciones colectivas	882
9.2.3.	Servicios de prevención.....	882
9.2.4.	Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud	882
9.2.5.	Instalaciones médicas	883
9.2.6.	Libro de incidencias.....	883
10.	Medidas de Emergencia: Plan de Emergencia.....	883
10.1.	Normativas de aplicación.....	883
10.2.	Medios de protección	885
10.2.1.	Medios técnicos	885
10.3.	Plan de actuación	885
10.3.1.	Planes de actuación.....	885
10.4.	Implantación.....	899
10.4.1.	Implantación: consignas jefe de emergencia	899
10.4.2.	Implantación: consignas equipo de primeros auxilios	900
10.4.3.	Implantación: todo el personal de la empresa.....	900
10.4.4.	Equipos de emergencia	901

1. Antecedentes y objetivos

La presente memoria tiene como objetivo el desarrollo de un estudio básico de Seguridad y Salud en la ejecución de una nave industrial para una empresa dedicada al alquiler y venta de vehículos y máquinas elevadoras.

Este Estudio básico de Seguridad y Salud, establece durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como, los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las preceptivas de Higiene y Bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices a la empresa constructora, para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de 8 de noviembre (Prevención de riesgos laborales), y en las disposiciones posteriores, R.D. 39/1997 de 17 de Enero, (Reglamento de los servicios de Prevención), R.D. 486/1997 de 14 de Abril, (Disposiciones Mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo), R.D. 486/1997 de 14 de Abril, (Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo), y en el R.D. 1627/1997 de 24 Octubre, (Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción) y Ley 54/2003 de 12 de diciembre (Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales).

Para ello se establece la necesidad de la redacción del plan de Seguridad y Salud, en el cual se analizará el proceso constructivo de la obra concreta y específica que corresponda, las secuencias de trabajo y sus riesgos inherentes; posteriormente se analizará cuáles de estos riesgos se pueden eliminar, cuales no se pueden eliminar, pero si se pueden adoptar medidas preventivas y protecciones técnicas adecuadas, tendentes a reducir e incluso anular dichos riesgos.

Si como es natural hubiese que introducir alguna modificación en alguna fase de los trabajos, al igual que se hace en los Proyectos de Ejecución de Obra respecto a las previsiones establecidas, dichas modificaciones serán estudiadas en lo que respecta a sus aspectos de Seguridad y Salud, tomándose las medidas necesarias para que estas variaciones no supongan nuevos riesgos no previstos o incontrolados, por lo que en consecuencia, el plan de Seguridad y Salud debe ser un instrumento vivo abierto a un perfecto control de seguimiento y que permita sobre la marcha estas variaciones, debidas a cambios en el sistema constructivo, distinta maquinaria de la prevista en un principio, etc., y que pueda actualizar las medidas de seguridad necesarias para esos nuevos sistemas de trabajo.

2. Justificación documental

2.1. Objetivos del Plan de Seguridad

De acuerdo con las prescripciones establecidas por la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y en el RD 1627/97, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, el objetivo de este Plan Seguridad es el de servir como instrumento mediante el cual la empresa contratista da cumplimiento a sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales.

- En la elaboración del Plan se han tenido en cuenta el plazo de ejecución previsto en el proyecto considerando la aplicación de los principios generales de prevención del artículo 15.1 de la LPRL.
- En el desarrollo del Plan, se han identificado los riesgos de las diferentes Unidades de Obra, Máquinas y Equipos y evaluado la eficacia de las protecciones previstas según el procedimiento constructivo que se va a utilizar.
- Este documento está adaptado a las prácticas constructivas del contratista, así como a los medios técnicos y tecnologías que se van a utilizar.
- El Contratista es conocedor y ha tenido en cuenta el Estudio de Seguridad aportado por el Promotor, tanto para el desarrollo del Plan, como para la Información de riesgos, conforme se establece en el Artículo 7 del RD 171/2004.
- Este documento constituye el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y en su caso, evaluación de los riesgos y planificación de la actividad preventiva, debiendo permanecer en la obra, tal y como se recoge en el Artículo 7 del RD 1627/97.

2.2. Deberes, obligaciones y compromisos

Según los artículos 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

- I. Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia

- preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- II. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo. A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley. El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.
 - III. El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
 - IV. Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.
 - V. El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores. Equipos de trabajo y medios de protección.

2.3. Principios básicos de la actividad preventiva de esta obra

De acuerdo con los Art. 15 y 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, se establece que:

- I. El empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el capítulo anterior, con arreglo a los siguientes principios generales:
 - a) Evitar los riesgos.
 - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.

- c) Combatir los riesgos en su origen.
 - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- II. El empresario tomará en consideración las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y salud en el momento de encomendarles las tareas.
- III. El empresario adoptará las medidas necesarias a fin de garantizar que solo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- IV. La efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador. Para su adopción se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que pudieran implicar determinadas medidas preventivas; las cuales solo podrán adoptarse cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existan alternativas más seguras.
- V. Podrán concertar operaciones de seguro que tengan como fin garantizar como ámbito de cobertura la previsión de riesgos derivados del trabajo, la empresa respecto de sus trabajadores, los trabajadores autónomos respecto a ellos mismos y las sociedades cooperativas respecto a sus socios cuya actividad consista en la prestación de su trabajo personal.

Evaluación de los riesgos.

- I. La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados

químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido. Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

- II. Si los resultados de la evaluación prevista en el apartado anterior lo hicieran necesario, el empresario realizará aquellas actividades de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores. Estas actuaciones deberán integrarse en el conjunto de las actividades de la empresa y en todos los niveles jerárquicos de la misma. Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

- III. Cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

3. Descripción de la obra

3.1. Datos generales del proyecto

Descripción del Proyecto y de la obra sobre la que se trabaja	Ejecución de nave industrial de 3000 m ² incluyendo montaje de estructura metálica, cerramientos de fachada y cubierta.
Promotor	Empresa contratante
Situación de la obra a construir	C/Polonia, Polígono Ciudad del Transporte
Técnico autor del proyecto	Néstor González Galindo
Director de obra fase de proyecto	Néstor González Galindo
Director de obra en fase de ejecución	Néstor González Galindo
Director de ejecución material	Néstor González Galindo
Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de las obras	Néstor González Galindo
Nº Máximo trabajadores en obra	12
Presupuesto ejecución material	875.720,04€

Plazo de ejecución	3 meses
---------------------------	---------

Tabla 32. Datos generales del proyecto.

3.2. Trabajos previos al inicio de la obra

Antes del inicio de las obras se tendrán en cuenta los siguientes trabajos:

- a) Señalización mediante paneles en el acceso de la obra, como mínimo con las siguientes señales “Prohibido el acceso a personal no autorizado”, “Uso obligatorio del casco” y pictogramas y textos de los riesgos presentes en la obra.
- b) Cartel informativo ubicado en lugar preferente de la obra en el que se indiquen los teléfonos de interés.
- c) Balización perimetral de la zona de obra con cinta de baliza. Se considera que no es necesario utilizar vallas metálicas ya que nos encontramos de unas instalaciones privadas, donde en el acceso de las mismas hay personal de seguridad que no permite la entrada de personas sin autorización expresa y además en la zona donde se van a ejecutar los trabajos habrá un encargado de zona controlando continuamente los alrededores de la obra.

3.3. Instalación eléctrica provisional de obra

Se utilizará un cuadro eléctrico conectado a la red pública.

3.4. Servicios higiénicos y vestuarios

Se decide instalar una caseta de obra con instalaciones allí presentes de comedor, vestuarios, duchas y servicios higiénicos suficientes para los trabajadores.

Todas las instalaciones se mantendrán en perfecto estado de limpieza y conservación. Se dispondrá en obra de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y conforme al Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (artículos 3 y 10 y en el anexo IV). Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

Se informará a la obra de los teléfonos y emplazamiento donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

3.5. Procedimientos relativos a orden y limpieza

Los materiales se almacenarán en zonas establecidas en posición estable, evitando elementos salientes que puedan invadir zonas de paso.

Los escombros y desperdicios se acopiarán en lugares adecuados para su retirada, separados de zonas de paso.

Se mantendrán despejados de desperdicios y escombros los pasos y accesos a la obra. Se eliminarán puntas o clavos de las maderas antes de apilarlas para evitar pinchazos. El tendido de las mangueras de suministro eléctrico de las máquinas herramientas se realizará junto a paramentos verticales o de forma que no coincida con zonas de paso y/o de acopio de materiales, para evitar deterioros en las mismas que puedan causar accidentes por contacto eléctrico directo.

Antes de proceder a cualquier operación de soldadura o corte, se retirarán los desperdicios y materiales combustibles de la zona.

3.6. Normas generales de seguridad

Todo el que tenga personal a sus órdenes, es responsable de la seguridad de éste, por lo que será conocedor de los riesgos y adoptará las medidas preventivas relativas al trabajo de su grupo, siendo también responsable de que su personal las conozca y las cumpla.

Todas las normas de prevención aplicables en la obra afectan tanto al personal de plantilla como al personal externo que realice trabajos dentro del recinto de la misma (subcontratas y autónomos).

No se emplearán nunca, métodos de trabajo inseguros, ni siquiera en caso de emergencia

No existe trabajo alguno que deba realizarse con prisas que lo conviertan en inseguro

Toda persona que detecte un riesgo, lo pondrá en conocimiento de su mando directo o del delegado de prevención o persona designada, el cual visitará la obra periódicamente para determinar que las condiciones y medidas de seguridad tomadas son correctas y no ponen en peligro la seguridad y salud de los trabajadores existentes en esta obra.

Está prohibido el uso, manejo y manipulación de cualquier máquina herramienta, por personal no autorizado, y su utilización será exclusiva para los trabajos a que este destinada.

Se cumplirá en todo momento las obligaciones y prohibiciones señalizadas y respetar las advertencias de peligro.

Se mantendrá en todo momento el adecuado orden y limpieza en la zona de trabajo. Los escombros y desperdicios serán depositados en lugares y recipientes adecuados.

Los dispositivos de seguridad, no se anularán nunca, salvo en operaciones de mantenimiento y por el personal autorizado, que deberá utilizar las medidas de seguridad necesarias.

Las protecciones colectivas, se instalarán con preferencia a las protecciones individuales (EPI's).

Los operarios que realicen trabajos que precisen de protecciones individuales (EPI's), harán uso de las mismas.

Los accidentes e incidentes serán comunicados lo más rápidamente posible al mando superior inmediato.

El mantenimiento de la maquinaria herramienta manual y cuadros eléctricos, se realizará por personal especializado.

Antes de iniciar los trabajos se identificarán las situaciones de riesgo existentes en la zona a trabajar, especialmente líneas eléctricas, aéreas o enterradas, y desniveles que puedan provocar una caída en altura, tras lo cual se tomarán las medidas de seguridad oportunas.

3.7. Protecciones contra caídas de altura

Antes de comenzar los trabajos se comprobará que todos los huecos están protegidos (barandillas, redes, entablados, etc.).

Las protecciones se desmontarán únicamente, en el tramo necesario para realizar los trabajos o recibir cargas, reponiéndose inmediatamente tras terminar la operación, utilizándose siempre que sea necesario, cinturón de seguridad y arnés de seguridad.

No recibir nunca cargas suspendidas en planta por balanceo de la misma. Utilizar plataformas de descarga haciendo uso del cinturón y arnés de seguridad.

Suspender los trabajos en presencia de vientos fuertes y/o lluvias intensas.

En caso de no poder colocar vallas, redes o cualquier otro medio de protección colectiva o ante la imposibilidad de enganchar el arnés en ningún lugar seguro se colocará una línea de vida.

3.8. Transporte manual

En el transporte manual de cargas, se utilizarán guantes, botas de seguridad y casco y en caso de ser necesario se pondrá a disposición del trabajador que lo necesite una faja dorsolumbar.

Antes de realizar el transporte despejar de material y obstáculos el camino de circulación y la zona de almacenaje, para evitar tropiezos y caídas.

Elevar las cargas correctamente de forma que la espalda se encuentre recta durante toda la operación.

Nunca se deben elevar cargas con la espalda curvada.

Para la elevación correcta de una carga hay que colocar los pies a un lado y otro de la misma, ponerse en cuclillas manteniendo la espalda recta y levantar la carga, sin doblar la espalda, manteniendo los brazos extendidos con la carga lo más cerca posible del cuerpo.

No transportar cargas que dificulten la visibilidad.

El transporte de materiales largos (planchas, tuberías, escaleras) se realizará apoyando la carga sobre el hombro de forma que el extremo del material que va por detrás se encuentre por encima de la cabeza de quien lo transporta.

En caso de que la carga a levantar, por motivos de volumen, peso o cualquier característica de la misma acarree dificultad, ésta será levantada o llevada por dos o más operarios.

3.9. Transporte mecánico

No sobrepasar nunca la carga máxima de utilización, la cual debe estar colocada de forma visible en la máquina (montacargas, grúa, maquinillo, etc.).

La maquinaria de elevación deberá utilizarse únicamente por personal formado y capacitado.

No permanecer nunca bajo la zona de batido de la carga.

El sistema de flejado dispuesto por el fabricante no debe retirarse para el transporte e izado de palets de material hasta su utilización.

El operador de la máquina deberá controlar en todo momento el recorrido de la carga.

Está prohibido el uso de la maquinaria de elevación para el transporte de personas.

El transporte e izado de cargas se realizará de forma que quede garantizada su estabilidad.

Los tablonos, puntales, etc. se trasladarán con eslingas en paquetes convenientemente atados; el transporte de elementos sueltos se realizará apilándolos correctamente en el interior de bateas emplintadas.

Revisar periódicamente el buen estado de ganchos, cadenas, eslingas, etc. desechando aquellos que se encuentren defectuosos.

El transporte mecánico se utilizará siempre que sea posible sustituyendo al manual.

3.10. Teléfonos de interés

Nivel de asistencia	Emplazamiento	Teléfono
Coordinador de seguridad	Néstor González Galindo	622 91 16 99
Emergencias	Centro de coordinación de Emergencias	112
Hospital General de Castellón	Avenida de Benicàssim, 128, 12004 Castelló de la Plana, Castelló	964 72 50 00
Bomberos	Gran Vía de Tàrrega Monteblando, 282, 12006 Castelló de la Plana, Castelló	964 35 96 06
Información Toxicológica	Centro de información Madrid	915 62 04 20
Policía Local Castellón	Partida Bovalar, Cuadra Tercera, S/N, 12004 Castellón de la Plana, Castellón	964 35 54 00

Tabla 33. Teléfonos de interés.

4. Oficios a intervenir en el desarrollo de la obra

- Movimiento de tierras
- Estructuras metálicas
- Cerramientos metálicos
- Soleristas
- Albañilería

5. Plan de prevención de riesgos

5.1. Análisis de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar

5.1.1. Medios auxiliares previstos para la ejecución de la obra

Se detalla a continuación, la relación de medios auxiliares empleados en la obra que cumplen las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el Anexo IV del RD. 1627/97 así como en su reglamentación específica y que van a utilizarse o cuya utilización está prevista en esta obra.

En el Capítulo de Equipos Técnicos se detallan, especificando para cada uno la identificación de los riesgos laborales durante su utilización y se indican las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Medios auxiliares:

- Andamios de borriquetas
- Escalera de mano
- Paneles para zanjas
- Contenedores
- Elingas de acero (cables, cadenas, etc.)

5.1.2. Maquinaria prevista para la ejecución de la obra

Se especifica en este apartado la relación de maquinaria empleada en la obra, que cumple las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el Anexo IV del RD. 1627/97 así como en su reglamentación específica y que van a utilizarse o cuya utilización está prevista en esta obra.

En el Capítulo de Equipos Técnicos se detallan especificando la identificación de los riesgos laborales que puede ocasionar su utilización y se indican las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, incluyendo la identificación de riesgos en relación con el entorno de la obra en que se encuentran.

Maquinaria de obra:

Maquinaria de movimiento de tierras:

- Retroexcavadora
- Pala cargadora

Maquinaria de elevación:

- Camión grúa descarga
- Plataforma de brazo articulado
- Grúa de elevación

Maquinaria de transporte:

- Dumper
- Camión transporte
- Camión basculante

Maquinaria compactación y extendido:

- Compactadora de rodillo
- Regla vibrante
- Bandeja vibrante

Maquinaria manipulación de hormigón:

- Bomba autopropulsada
- Camión hormigonera
- Hormigonera de tambor horizontal

Pequeña maquinaria:

- Sierra circular
- Vibrador de hormigón
- Grupo electrógeno
- Soldadura eléctrica
- Taladros eléctricos
- Taladros de batería
- Compresor
- Atornilladores eléctricos
- Clavadoras neumáticas para madera
- Martillo neumático
- Herramientas manuales

5.1.3. Relación de protecciones colectivas y señalización

Del análisis, identificación y evaluación de los riesgos detectados en las diferentes unidades de obra, y de las características constructivas de la misma, se prevé la utilización de las protecciones colectivas relacionadas a continuación, cuyas especificaciones técnicas y medidas preventivas en las operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento se desarrollan en el Capítulo correspondiente a Protecciones Colectivas, de esta misma memoria de seguridad.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Red de seguridad para uso horizontal
- Cable fiador de seguridad
- Tableros cuajados de seguridad para huecos horizontales
- Eslingas de seguridad

5.1.4. Relación de equipos de protección individual

Del análisis, identificación y evaluación de los riesgos detectados en las diferentes unidades de obra, se observan riesgos que solo han podido ser eliminados mediante el empleo de protecciones individuales, por lo que se hace necesaria la utilización de los EPIs relacionados a continuación, cuyas especificaciones técnicas, marcado, normativa que deben cumplir, etc. se especifica en el Capítulo correspondiente a EPIs, de esta misma memoria de seguridad.

EPIs:

Protección auditiva:

- Orejeras
- Tapones

Protección de la cabeza:

- Cascos de protección

Protección contra caídas:

- Arnese anticaídas

Protección de la cara y de los ojos:

- Protección ocular. Uso general

Protección ocular:

- Arco eléctrico y de cortocircuito
- Polvo grueso
- Filtros
- Filtros para soldadura

Protección de manos y brazos:

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos de uso general
- Guantes de protección contra productos químicos
- Guantes y manoplas de material aislante para trabajos eléctricos

Protección de pies y piernas:

- Calzado de uso general
- Calzado de seguridad de uso profesional (200 J)
- Calzado de seguridad, protección y trabajo de uso profesional protección contra la perforación

Protección respiratoria:

- E.P.R. mascarillas

Vestuario de protección:

- Vestuario de protección de alta visibilidad
- Vestuario de protección para operaciones de soldeo y técnicas conexas

5.2. Identificación de riesgos y evaluación de la eficacia de las protecciones técnicas y medidas preventivas establecidas, según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto

5.2.1. Método empleado en la evaluación de riesgos

El método empleado para la evaluación de riesgos permite realizar, mediante la apreciación directa de la situación, una evaluación de los riesgos para los que no existe una reglamentación específica.

1º Gravedad de las consecuencias:

La gravedad de las consecuencias que pueden causar ese peligro en forma de daño para el trabajador. Las consecuencias pueden ser ligeramente dañinas, dañinas o extremadamente dañinas. Ejemplos:

Ligeramente Dañino	<ul style="list-style-type: none"> - Cortes y magulladuras pequeñas - Irritación de los ojos por polvo - Dolor de cabeza - Discomfort - Molestias e irritación
Dañino	<ul style="list-style-type: none"> - Cortes - Quemaduras - Conmociones - Torceduras importantes - Fracturas menores - Sordera - Asma - Dermatitis - Trastornos músculo-esqueléticos - Enfermedad que conduce a una incapacidad menor
Extremadamente Dañino	<ul style="list-style-type: none"> - Amputaciones - Fracturas mayores - Intoxicaciones - Lesiones múltiples

	<ul style="list-style-type: none"> - Lesiones faciales - Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida
--	---

2º Probabilidad:

Una vez determinada la gravedad de las consecuencias, la probabilidad de que esa situación tenga lugar puede ser baja, media o alta.

Baja	Es muy raro que se produzca el daño
Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
Alta	Siempre que se produzca esta situación, lo más probable es que se produzca un daño

3º Evaluación:

La combinación entre ambos factores permite evaluar el riesgo aplicando la tabla siguiente:

	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
Probabilidad media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
Probabilidad alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

4º Control de riesgos:

Los riesgos serán controlados para mejorar las condiciones del trabajo siguiendo los siguientes criterios:

Riesgo	¿Se deben tomar nuevas acciones preventivas?	¿Cuándo hay que realizar las acciones preventivas?
Trivial	No se requiere acción específica.	
Tolerable	No se necesita mejorar la acción preventiva. Se deben considerar situaciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.	
Moderado	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Cuando el riesgo moderado esté asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se deberá precisar mejor la probabilidad de que ocurra el daño para establecer la acción preventiva.	Fije un periodo de tiempo para implantar las medidas que reduzcan el riesgo.
Importante	Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo.	Si se está realizando el trabajo debe tomar medidas

		para reducir el riesgo en un tiempo inferior al de los riesgos moderados. NO debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo.
Intolerable	Debe prohibirse el trabajo si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados.	INMEDIATAMENTE: No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

Este método se aplica sobre cada unidad de obra analizada en esta memoria de seguridad y que se corresponde con el proceso constructivo de la obra, para permitir "la Identificación y evaluación de riesgos, pero con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada".

Es decir, los riesgos detectados inicialmente en cada unidad de obra, son analizados y evaluados eliminando o disminuyendo sus consecuencias, mediante la adopción de soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, adopción de medidas preventivas, utilización de protecciones colectivas, epis y señalización, hasta lograr un riesgo trivial, tolerable o moderado, y siendo ponderados mediante la aplicación de los criterios estadísticos de siniestrabilidad laboral publicados por la Dirección General de Estadística del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

5.2.2. Instalaciones provisionales de obra

Con anterioridad al inicio de las obras y siguiendo el Plan de ejecución previsto en el proyecto, deberán realizarse las siguientes instalaciones provisionales:

Instalación de protección contra incendios

En el documento Plan de Emergencia se establecen las medidas de actuación en caso de emergencia, riesgo grave y accidente (caída a redes, rescates, etc.), así como las actuaciones en caso de incendio.

Clase de fuego	Materiales a extinguir	Extintor recomendado (*)
A	Materiales sólidos que forman brasas.	Polvo ABC, Agua, Espuma y CO2
B	Combustibles líquidos (gasolinas, aceites, barnices, pinturas, etc.)	Polvo ABC, Polvo BC, Espuma y CO2

	Sólidos que funden sin arder (Polietileno expandido, plásticos termoplásticos, PVC, etc.)	
C	Fuegos originados por combustibles gaseosos (gas ciudad, gas propano, gas butano, etc.) Fuegos originados por combustibles líquidos bajo presión (circuitos de aceites, etc.)	Polvo ABC, Polvo BC, y CO2
D	Fuegos originados por la combustión de metales inflamables y compuestos químicos (magnesio, aluminio en polvo, sodio, litio, etc.)	Consultar con el proveedor en función del material o materiales a extinguir.

(*) La utilización de medios de extinción de incendios, tal y como se recoge en el Plan de Emergencia de la obra, se realizará como fase inicial y de choque frente al incendio, hasta la llegada de los bomberos, a los cuales se dará aviso en cualquier caso.

Almacenamiento y señalización de productos

En los talleres y almacenes, así como cualquier otro lugar en los que se manipulen, almacenen o acopien sustancias o productos explosivos, inflamables, nocivos, peligrosos o insalubres, serán debidamente señalizados, debiendo además cumplir el envasado de los mismos con la normativa de etiquetado de productos. Con carácter general se deberá:

- **Señalizar el local.**
- **Señalizar la ubicación de los medios de extinción.**
 - **Señalizar frente a emergencia.**
 - **Señalizar visiblemente la prohibición de fumar.**
- **Señalizar visiblemente la prohibición de utilización de teléfonos móviles.**

5.2.3. Unidades de obra

Demoliciones - Demolición de nave.

Esta unidad de obra se dividirá en dos fases, por un lado, la retirada de la cubierta de fibrocemento que se analizará en el correspondiente plan de trabajo específico y por otro lado la demolición de las correas metálicas de cubierta y el cerramiento de bloque de hormigón, ambas tareas se realizarán con una retroexcavadora.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Caídas de personal al mismo nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Desprendimientos de tierras y bloques de hormigón.	Baja	Dañino	Tolerable	Evitado
- Atropellamiento de personas.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Vuelco, choque y falsas maniobras de la Maquinaria.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Distorsión de los flujos de tránsito habituales.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Vibraciones sobre las personas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Ruido ambiental.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará la obra con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se dejará un radio de protección para evitar que ningún resto de material proveniente de la demolición intercepte con el personal de obra.

Protecciones colectivas:

Relación de protecciones colectivas necesarias en esta unidad de obra, y cuya eficacia ha sido evaluada:

- Vallado de obra
- Señalización

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.

- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Movimiento de tierras – Replanteo de cimentación

Metodología de ejecución de obra:

En este punto se realiza el replanteo de la cimentación, es decir, se especifica el lugar exacto donde se ejecutará la estructura, por lo tanto, se señalará la localización de los pilares que forman parte de la estructura y de las zapatas y riostras que forman parte de la cimentación, el terreno que nos encontramos en esta obra es asfalto, por lo que la forma de señalar la localización de pilares y riostras se realizará mediante spray. En este punto de obra no se analizarán los riesgos asociados ni se especificarán medidas preventivas, ya que para llevar a cabo esta tarea no se utiliza ningún tipo de maquinaria.

Movimiento de tierras – Corte de cimentación

Metodología de ejecución de obra:

La superficie sobre la que se va a realizar la cimentación es hormigón, por lo tanto, para evitar que la pala excavadora encargada de la excavación realice ningún desperfecto sobre la superficie, primeramente, se realiza un corte superficial en la capa de hormigón en el trayecto donde se ejecutarán las zapatas y las riostras, esta operación se realizará mediante una máquina de corte de disco refrigerado con agua.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Vibraciones sobre las personas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Ruido ambiental.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 2 m. en torno a las máquinas de corte en funcionamiento.

Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos.

Protecciones colectivas:

Relación de protecciones colectivas necesarias en esta unidad de obra:

- Vallado de obra
- Señalización

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Movimiento de tierras - Excavación zanjas

Metodología de ejecución de obra:

Una vez se ha definido la localización de las zapatas y de las riostras y se ha realizado el corte superficial, se realizan las excavaciones de las zanjas de la cimentación, esta operación se realizará con una máquina retroexcavadora, el excavado se realizará hasta la profundidad indicada en proyecto.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Caídas de personal al mismo nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Caídas de personas al interior de la zanja.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Atropellamiento de personas.	Baja	Dañino	Tolerable	Evitado
- Vuelco, choque y falsas maniobras de la maquinaria de excavación.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Interferencias con conducciones subterráneas.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Distorsión de los flujos de tránsito habituales.	Baja	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Ruido ambiental.	Media	Dañino	Tolerable	Evitado
- Inundaciones.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

El personal que debe trabajar en esta obra en el interior de las zanjas conocerá los riesgos a los que podrá estar sometido.

Cuando los vehículos circulen en dirección al corte, la zona acotada ampliará esa dirección en dos veces la profundidad del corte y no menos de 4.00 m cuando se adopte una señalización de reducción de velocidades.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará la obra con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Quedarán prohibidos los acopios a una distancia inferior a los 2.00 m, del borde de una zanja.

Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de las zanjas de profundidad mayor de 1.30 m con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

Cuando se prevea el paso de peatones o vehículos junto al borde de la excavación, se dispondrán vallas móviles que se iluminen cada 10 metros.

Las bocas de las zanjas estarán convenientemente protegidas, mediante barandillas de protección de 0,90 m. de altura y un rodapié que impida la caída de materiales.

Los anchos de las zanjas cumplirán los mínimos establecidos para garantizar la seguridad. Se señalará acústicamente la maquinaria en movimiento.

Iluminación adecuada de seguridad.

Se colocará las pasarelas de tránsito con barandillas.

En zanjas de profundidad mayor de 1,30 metros, siempre que estén los operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de vigilancia en el exterior, que además de ayudar en el trabajo dará la voz de alarma en caso de emergencia.

Protecciones colectivas:

Relación de protecciones colectivas necesarias en esta unidad de obra, y cuya eficacia ha sido evaluada:

- Vallado de obra
- Señalización

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Movimiento de tierras - Transportes - Transportes de tierras

Metodología de ejecución de obra:

Todo el material extraído de la excavación se evacuará al vertedero correspondiente con camiones autorizados para realizar esta tarea.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caída de objetos por desprendimientos	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Choques contra objetos inmóviles.	Baja	Dañino	Tolerable	Evitado
- Choques contra objetos móviles.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Atropellos o golpes con vehículos.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los camiones llevarán correctamente distribuida la carga, no cargarán más de lo permitido y tendrán limpias de barro las ruedas para no manchar las calles.

Es imprescindible cuidar los caminos, cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras, escorias, etc., todos los barrizales afectados por la circulación interna de vehículos.

Todas las maniobras de los vehículos serán guiadas por una persona y el tránsito de los mismos dentro de la zona de trabajo se procurará que sea por sentidos fijos y previamente estudiados, impidiendo toda la circulación junto a los bordes de la excavación.

Todos los accesos por los que tengan que acceder la maquinaria de transporte se mantendrán limpios de barro o de grasa los peldaños y pates.

Los materiales procedentes de la excavación estarán situados a más de 2,00 metros del borde de la excavación

Se prohíbe sobrepasar la carga máxima de los vehículos, y especificarán la Tara y Carga máxima.

Las maniobras de carga a cuchara de camiones serán dirigidas por el Encargado u operario por él designado.

Se prohíbe la marcha atrás de los camiones con la caja levantada.

Todos los vehículos deberán de disponer de Póliza de seguros vigente, con Responsabilidad Civil Ilimitada, los seguros sociales del maquinista al día, y las revisiones periódicas de la máquina, antes de comenzar los trabajos en esta obra.

Se regará con frecuencia los tajos y cajas de los camiones.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Cimentaciones - Vertido de hormigón de limpieza y nivelación

Metodología de ejecución de obra:

Una vez se ha realizado la zanja hasta la profundidad especificada en proyecto, se realiza el vertido de hormigón de limpieza para conseguir una profundidad de zanja uniforme.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Desplome de tierras.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Caída de personas a distinto nivel	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Golpes por caídas de objetos y atrapamientos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Proyección de partículas del hormigonado.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Dermatitis por contacto con el hormigón.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Ruido.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Vibraciones.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se acotarán las zonas de trabajo para evitar caídas en las zapatas abiertas y no hormigonadas.

No se acopiarán materiales ni se permitirá el paso de vehículos al borde de los pozos abiertos.

Se tendrá especial cuidado en el desplazamiento de los cubilotes de la grúa con hormigón, evitando colocarse en su trayectoria.

La zona de trabajo se mantendrá limpia y libre de obstáculos y de residuos de materiales.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas
- Tableros cuajados de seguridad

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Cimentaciones - Armado de cimentación

Metodología de ejecución de obra:

Una vez se ha realizado una nivelación uniforme en toda la zanja de cimentación, se coloca el armado de cimentación, con el fin de fortalecer la futura cimentación.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Desplome de tierras.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Caída de personas a distinto nivel	Media	Dañino	Moderado	Evitado

- Golpes por caídas de objetos y atrapamientos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Vibraciones.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.

Se acotarán las zonas de trabajo para evitar caídas en las zapatas abiertas y no hormigonadas.

Se realizará el transporte de armaduras mediante eslingas enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad.

Se colocarán protectores en las puntas de las armaduras salientes.

Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de la zapata para no realizar las operaciones de atado en su interior.

La zona de trabajo se mantendrá limpia y libre de obstáculos y de residuos de materiales.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Cimentación – Colocación de pernos y placas de anclaje

Metodología de ejecución de obra:

En este apartado de la obra, se colocan los pernos y las placas de anclaje que posteriormente servirán para la fijación de los pórticos de la estructura.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Desplome de tierras.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Caída de personas a distinto nivel	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Golpes por caídas de objetos y atrapamientos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.

Se acotarán las zonas de trabajo para evitar caídas en las zapatas abiertas y no hormigonadas.

La zona de trabajo se mantendrá limpia y libre de obstáculos y de residuos de materiales.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas

Cimentaciones – Hormigonado de cimentación

Metodología de ejecución de obra:

Una vez colocados los pernos y placas de anclaje, así como la ferralla de la cimentación, se realiza el hormigonado de las zapatas y de las zanjas.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Desplome de tierras.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado
- Deslizamiento de la coronación de los pozos de cimentación.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caída de personas a distinto nivel	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Golpes por caídas de objetos y atrapamientos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Proyección de partículas del hormigonado.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Dermatitis por contacto con el hormigón.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Ruido.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Vibraciones.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Electrocutión.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.

Se acotarán las zonas de trabajo para evitar caídas en las zapatas abiertas y no hormigonadas.

No se acopiarán materiales ni se permitirá el paso de vehículos al borde de los pozos abiertos.

Se tendrá especial cuidado en el desplazamiento de los cubilotes de la grúa con hormigón, evitando colocarse en su trayectoria.

Se revisará el estado del vibrador eléctrico antes de cada hormigonado.

La zona de trabajo se mantendrá limpia y libre de obstáculos y de residuos de materiales.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Estructuras – Levantamiento y montaje de estructura metálica

Metodología de ejecución de obra:

En esta unidad de obra se realiza el montaje de la estructura metálica, que servirá de base de la nave industrial proyectada. Los medios auxiliares previstos en esta unidad serán una grúa telescópica, un manipulador telescópico para el izado de los perfiles metálicos y una tijera o plataforma elevadora diésel para realizar las uniones atornilladas de los perfiles metálicos.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Vuelco de las pilas de acopio de perfilería.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Desprendimiento de cargas suspendidas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Atrapamientos por objetos pesados.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Vuelco de la estructura.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado
- Caídas al mismo nivel	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Caídas a distinto nivel.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas al vacío.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado
- Partículas en los ojos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Incendios.	Baja	Extremadamente dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Realizaremos el transporte de los elementos mediante eslingas de acero enlazadas y provistas de gancho con pestillos de seguridad.

Los perfiles se apilarán clasificados en función de sus dimensiones.

Los perfiles se apilarán ordenadamente por capas horizontales. Cada capa a apilar se dispondrá en sentido perpendicular a la inmediata inferior.

El izado de los perfiles metálicos se ejecutará suspendiendo de dos puntos tales, que la carga permanezca estable.

Las maniobras de ubicación in situ de los perfiles serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas sujetos a sus extremos siguiendo las directrices del tercero.

Los perfiles se izarán cortados a la medida requerida por el montaje.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo los trabajos del montaje de la estructura.

Las operaciones de atornillado se realizarán desde una plataforma elevadora.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra.
- Señalización

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

- Trajes para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Cubiertas – Colocación de chapa de cubierta y rematería

Metodología de ejecución de obra:

Una vez instalada la estructura metálica, se realiza la colocación de la chapa y rematería metálica, esta tarea se realizará con la ayuda de una plataforma elevadora de tijera o brazo articulado. Como medios de seguridad colectiva se instalarán redes horizontales y redes perimetrales.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Desprendimiento de cargas suspendidas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Atrapamientos por objetos pesados.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas a distinto nivel.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas al vacío.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Las operaciones de colocación de la chapa de cubierta se realizarán mediante una plataforma elevadora.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra.
- Señalización.
- Red horizontal tipo S.
- Red perimetral.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Fachadas – Colocación de chapa y rematería

Metodología de ejecución de obra:

Una vez instalada la estructura metálica, se realiza la colocación de la chapa y rematería metálica para formar el cerramiento de fachada, esta tarea se realizará con la ayuda de una plataforma elevadora de tijera o brazo articulado.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Desprendimiento de cargas suspendidas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Derrumbamiento por golpes con las cargas suspendidas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Atrapamientos por objetos pesados.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas a distinto nivel.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas al vacío.	Media	Extremadamente dañino	Importante	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Las operaciones de colocación de la chapa de fachada se realizarán mediante una plataforma elevadora.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra.
- Señalización.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad.

- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Albañilería – Muro de bloque de hormigón, ayudas instalación de saneamiento, etc.

Metodología de ejecución de obra:

Dentro de la unidad de obra de albañilería, cabe destacar la ejecución en fachada de un muro de bloque de 1,50 metros de altura. Este trabajo se realizará bien desde el firme pavimentado o bien con la ayuda de un andamio. Por otro lado, también se engloba en esta unidad todos los trabajos de ayuda para la instalación de saneamiento (ejecución de arquetas, pozos, etc.) así como otros pequeños trabajos a realizar.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Caídas de personal al mismo nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Caídas de personal a distinto nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Choques contra objetos inmóviles.	Baja	Dañino	Tolerable	Evitado
- Descuido o falta de pericia al andar por los andamios.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Dermatitis por contacto en la manipulación de cementos y productos químicos.	Baja	Dañino	Tolerable	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Se deberán iluminar adecuadamente las zonas de trabajo en caso de que no haya suficiente iluminación natural.

Las plataformas de trabajo en los andamios tubulares serán sólidas, de 60 cm. de ancho, y contarán con barandilla, barra intermedia y rodapié de 20 cm.

Se tendrá en cuenta las medidas preventivas que se incluyen en los medios auxiliares, tanto para las escaleras, como para andamios del tipo que sean.

Se protegerá en todo momento los huecos existentes en la obra, con protecciones colectivas, generalmente con barandillas, las que únicamente serán retiradas en caso de tener que subir o bajar material, y en todo caso se volverán a colocar cuando el trabajo haya terminado.

Se mantendrá en todo momento un perfecto estado de orden y limpieza en la obra, adecuando un lugar de acopio para materiales y maquinaria, en caso de disponer de tubos que puedan resbalar fácilmente se acopiarán de forma segura.

Se acotarán a nivel de planta baja, las zonas que se vean afectadas por los trabajos de cerramiento, para evitar el paso de personas bajo los trabajos, ante una eventual caída de objetos, materiales o herramientas, en caso contrario se dispondrá una marquesina de protección bajo estos andamios.

Se transportarán adecuadamente los palets, para evitar desprendimientos.

Se ordenarán adecuadamente las herramientas manuales y útiles empleados, de modo que sean sustituidos aquellos que se encuentren en mal estado. Únicamente se utilizarán para los fines para los que han sido concebidos.

Para realizar cualquier trabajo con cemento, se utilizarán guantes de protección certificados que eviten el riesgo de dermatosis.

Disponer de equipos de protección personal facilitados por la empresa.

Cuando haya que levantar cargas se tendrá en cuenta lo siguiente:

Asegurarse de que la carga está equilibrada, recordar que los materiales sueltos pueden desplazarse.

Antes de caminar asegurarse hacia dónde va a dirigirse, plantear una ruta directa y libre de obstáculos.

Una vez que se haya decidido levantar algo, recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización

Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Pavimentación accesos – Solera de hormigón

En esta unidad de obra se ejecutará una solera de hormigón consistiendo en la colocación de armado de refuerzo, vertido de hormigón y fratasado de la superficie.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Caídas de personal al mismo nivel.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Golpes por caídas de objetos y atrapamientos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Vibraciones	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Proyección de partículas del hormigonado.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

- Dermatitis por contacto con el hormigón.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Ruido.	Media	Dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los operarios tendrán los Equipos de Protección Individual correspondientes para la realización de las tareas.

Los trabajos estarán supervisados por una persona competente en la materia.

Se tendrá especial cuidado en el desplazamiento de los cubilotes de la grúa con hormigón, evitando colocarse en su trayectoria.

La zona de trabajo se mantendrá limpia y libre de obstáculos y de residuos de materiales.

Las pulidoras y abrillantadoras estarán dotadas de doble aislamiento o conexión a tierra de todas sus partes metálicas.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Cerrajería – Puerta metálica basculante

En esta unidad de obra se engloba la instalación de las puertas metálicas de acceso a la nave.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas de personal al mismo nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Caídas de personal a distinto nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Partículas en los ojos.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Riesgo de sobreesfuerzos	Baja	Ligeramente dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Si se utilizan andamios, o escaleras manuales, en todo caso se seguirán las normas de seguridad establecidas en el apartado correspondiente del presente plan de seguridad y salud, en ningún caso bajo ningún concepto se permitirá la improvisación de medios auxiliares.

En todo momento se mantendrá el lugar de trabajo en perfecto estado de orden y limpieza.

Para la manipulación del hierro se deberán utilizar guantes de seguridad en todo momento.

No se situarán los operarios en ningún momento debajo de cargas suspendidas.

Revisar el estado de los cables de alimentación, estado del prolongador y de las clavijas y enchufes.

Conexión a cuadros eléctricos con clavija macho-hembra.

Las plataformas de trabajo estarán niveladas y estables.

Los accesos y zonas de paso se mantendrán libres de obstáculos.

Utilizar en todo momento el disco adecuado para el material a cortar y seguir las instrucciones de seguridad correspondientes establecidas en el presente plan

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas

Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad adecuado
- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Guantes de seguridad adecuados, bien dieléctricos o contra golpes y cortes
- Arnés o cinturón de seguridad cuando sean necesarios

Actividades de vigilancia del recurso preventivo

En esta unidad de obra, los Recursos Preventivos comprobarán que los operarios cumplen las medidas preventivas establecidas en el presente Plan de Seguridad, garantizando el cumplimiento de los métodos de trabajo seguros.

Instalación de saneamiento

En esta unidad de obra se ejecutarán la instalación de saneamiento adecuada para la evacuación de aguas pluviales recogidas en la cubierta de la edificación industrial. Para la instalación de los conductos en las partes elevadas de la cubierta, se utilizará una plataforma de brazo articulado o tijera elevadora.

Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada y aplicada en esta unidad de obra

Riesgo	Probabilidad	Consecuencias	Calificación	Estado
- Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Caídas de personal al mismo nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado
- Caídas de personal a distinto nivel.	Media	Ligeramente dañino	Tolerable	Evitado

- Riesgo de sobreesfuerzos debido a la posible realización de trabajos en posturas forzadas durante largo tiempo.	Media	Dañino	Moderado	Evitado
- Riesgo de sobreesfuerzos	Baja	Ligeramente dañino	Moderado	Evitado

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.

Las zonas de trabajo si no existe suficiente iluminación se procederá a iluminarlas correctamente.

Los recortes y materiales sobrantes se irán recogiendo para dejar los pasos libres.

Se evitará el abandono de cualquier herramienta, y en especial las de corte, en los lugares de paso de personas.

El transporte manual de pequeñas tuberías se desarrollará por el operario encargado, apoyando dicha tubería sobre el hombro e inclinando la carga hacia atrás, de forma que la parte delantera del tubo quede por encima de la cabeza del operario.

Se ordenarán adecuadamente las herramientas manuales y útiles empleados, de modo que serán sustituidos los que se encuentren en mal estado, únicamente se utilizarán para los fines para los que han sido concebidos

Se proporcionarán equipos de protección individual por parte del empresario a los trabajadores.

Para realizar cualquier trabajo con cemento, se utilizarán guantes de protección certificados que eviten el riesgo de dermatosis.

Protecciones colectivas:

- Vallado de obra
- Señalización
- Barandillas

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.

- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa impermeable para tiempo lluvioso.

6. Equipos técnicos

Relación de máquinas, herramientas, instrumentos o instalación empleados en la obra que cumplen las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el Anexo IV del R.D. 1627/97 así como en su reglamentación específica y que van a utilizarse o cuya utilización está prevista en esta obra, con identificación de los riesgos laborales indicando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos, incluyendo la identificación de riesgos en relación con el entorno de la obra en que se encuentran.

6.1. Maquinaria de obra

6.1.1. Maquinaria de movimiento de tierras

Retroexcavadora

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

La retroexcavadora se empleará básicamente para abrir zanjas destinadas a tuberías, cables, drenajes, etc. así como para la excavación de cimientos para edificios.

Utilizaremos este equipo porque permite una ejecución precisa, rápida y la dirección del trabajo está constantemente controlada. La fuerza de ataque de la cuchara es mucho mayor que en la dragalina, lo cual permite utilizarla en terrenos relativamente duros. Las tierras no pueden depositarse más que a una distancia limitada por el alcance de los brazos y las plumas.

Las cucharas estarán montadas en la extremidad del brazo, articulado en cabeza de pluma; ésta a su vez, está articulada sobre la plataforma.

La operación de carga se efectúa por tracción hacia la máquina en tanto que la extensión del brazo permite la descarga.

La apertura de zanjas destinadas a las canalizaciones, a la colocación de cables y de drenajes, se facilita con este equipo; la anchura de la cuchara es la que determina la de la zanja. Esta máquina se utiliza también para la colocación e instalación de los tubos y drenes de gran diámetro y para efectuar el relleno de la excavación.

Cuando el sitio disponible lo permita se utilizará ese mismo equipo para efectuar las excavaciones en zanja requeridas para las cimentaciones de edificios.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropellos por falta de visibilidad, velocidad inadecuada u otras causas.
- Desplazamientos inesperados de la máquina por terreno excesivamente inclinado o por presencia de barro.
- Máquina en funcionamiento fuera de control por abandono de la cabina sin desconectar la máquina o por estar mal frenada.
- Vuelco de la máquina por inclinación excesiva del terreno.
- Caída por pendientes.
- Choque con otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas, alcantarillado, agua, gas, teléfono o electricidad.
- Incendio.
- Quemaduras, por ejemplo, en trabajos de mantenimiento.
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruidos propios y ambientales.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos en ambientes polvorientos.
- Los derivados de los trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Deberán ir provistas de cabina antivuelco, asiento anatómico y disposición de controles y mandos perfectamente accesibles por el operario.

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

La cuchara durante los transportes de tierras permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.

Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina.

Se prohíbe en la zona la realización de trabajos la permanencia de personas.

Se prohibirá en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

Se prohibirá realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.
- Botas impermeables (terreno embarrado).

- Protección del aparato respiratorio en trabajos con tierras pulvígenas, se deberá hacer uso de mascarillas.

Pala cargadora

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

La utilización de palas montadas sobre tractor son máquinas necesarias en esta obra, ya que son aptas para diversos trabajos, pero especialmente para movimiento de tierras.

La pala cargadora, es decir la pala mecánica compuesta de un tractor sobre orugas o neumáticos equipado de una cuchara cuyo movimiento de elevación se logra mediante dos brazos articulados, realizará diversas funciones.

La función específica de las palas cargadoras en esta obra es la carga, transporte a corta distancia y descarga de materiales. Se podrán utilizar alguna de estos tres tipos:

- a) Con cuchara dotada de movimiento vertical.
- b) Con cuchara que descarga hacia atrás.
- c) Con cuchara dotada de movimientos combinados horizontales y verticales.

Alguna de estas palas cargadoras posee movimiento de rotación, pero sólo son utilizables en terrenos muy blandos o tierras previamente esponjadas.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropellos por falta de visibilidad, velocidad inadecuada u otras causas.
- Desplazamientos inesperados de la máquina por terreno excesivamente inclinado o por presencia de barro.
- Máquina en funcionamiento fuera de control por abandono de la cabina sin desconectar la máquina o por estar mal frenada.
- Vuelco de la máquina por inclinación excesiva del terreno.
- Caída por pendientes.
- Choque con otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas aéreas o enterradas.
- Interferencias con infraestructuras urbanas, alcantarillado, agua, gas, teléfono o electricidad.
- Incendio.
- Quemaduras, por ejemplo, en trabajos de mantenimiento.
- Atrapamientos.

- Proyección de objetos.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruidos propios y ambientales.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos en ambientes pulverulentos.
- Los derivados de los trabajos en condiciones meteorológicas extremas.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

Se prohibirá que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

Se prohibirá que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

La cuchara durante los transportes de tierras permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.

Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

Se prohibirá transportar personas en el interior de la cuchara.

Se prohibirá izar personas para acceder a trabajos puntuales mediante la cuchara.

Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

Se prohibirá arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la correspondiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.
- Botas impermeables (terreno embarrado).

6.1.2. Maquinaria de elevación

Manipulador telescópico

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Se utilizará en esta obra el manipulador telescópico para mover los materiales desde el punto de descarga hasta los distintos puntos donde van a utilizarse, así como para el montaje de la estructura metálica. La carretilla elevadora ofrece, al mismo tiempo, un sistema de transporte y de elevación, de esta forma, evita la necesidad de montacargas o de cualquier tipo de maquinaria de elevación.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropello de personas.
- Vuelcos.
- Colisiones.
- Atrapamientos.
- Desprendimiento del material.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar del vehículo.
- Contactos con energía eléctrica.
- Quemaduras durante el mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

El contratista se asegurará de que es manejada por trabajadores cuya competencia y conocimiento han sido adquiridos por medio de la educación, formación y experiencia práctica revelante.

La utilización de este equipo se efectuará de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

En caso de no disponer de dicho manual, deberá atenderse a las instrucciones elaboradas en el documento de adecuación del equipo al RD 1215/1997 redactado por personal competente.

A) Normas de manejo:

1. Manipulación de cargas: La manipulación de cargas debería efectuarse guardando siempre la relación dada por el fabricante entre la carga máxima y la altura a la que se ha de transportar y descargar.

Recoger la carga y elevarla unos 15 cm. sobre el suelo para el transporte de la misma. Circular llevando el mástil inclinado el máximo hacia atrás. Situar la carretilla frente al lugar previsto y en posición precisa para depositar la carga. Elevar la carga hasta la altura necesaria manteniendo la maquinaria frenada.

B) Inspecciones previas a la puesta en marcha y conducción:

Antes de iniciar la jornada el conductor debe realizar una inspección de la carretilla que contemple los puntos siguientes:

- a) Ruedas (banda de rodaje, presión, etc.).
- b) Fijación y estado de los brazos de la horquilla.
- c) Inexistencia de fugas en el circuito hidráulico.
- d) Niveles de aceites diversos.
- e) Mandos en servicio.
- f) Protectores y dispositivos de seguridad.
- g) Frenos de pie y de mano.
- h) Embrague, Dirección, etc.
- i) Avisadores acústicos y luces.

En caso de detectar alguna deficiencia deberá comunicarse al servicio de mantenimiento y no utilizarse hasta que no se haya reparado. Toda maquinaria en la que se detecte deficiencia o se

encuentre averiada deberá quedar claramente fuera de uso advirtiéndolo mediante señalización.

C) Normas generales de conducción y circulación: Se dan las siguientes reglas genéricas a aplicar por parte del conductor en la jornada de trabajo:

- a) No conducir por parte de personas no autorizadas.
- b) No permitir que suba ninguna persona
- c) Mirar en la dirección de avance y mantener la vista en el camino que recorre.
- d) Disminuir la velocidad en cruces y lugares con poca visibilidad.
- e) Circular por el lado de los pasillos de circulación previstos a tal efecto manteniendo una distancia prudencial con otros vehículos que le precedan y evitando adelantamientos.
- f) Evitar paradas y arranques bruscos y virajes rápidos.
- g) Transportar únicamente cargas preparadas correctamente y asegurarse que no chocará con techos, conductos, etc. por razón de altura de la carga en función de la altura de paso libre.
- h) Deben respetarse las normas del código de circulación, especialmente en áreas en las que pueden encontrarse otros vehículos.
- i) No transportar cargas que superen la capacidad nominal.
- j) No circular por encima de los 20 Km/h. en espacios exteriores y 10 Km/h. en espacios interiores.
- k) Cuando el conductor abandona la máquina debe asegurarse de que las palancas están en punto muerto, motor parado, frenos echados, llave de contacto sacada o la toma de batería retirada.
- l) Vigilar constantemente la presión de los neumáticos.
- m) Tomar toda clase de precauciones al maniobrar con el manipulador.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado antideslizante.
- Ropa de abrigo (en tiempo frío).

Camión grúa descarga

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Grúa sobre camión en el cual antes de iniciar las maniobras de descarga, se instalarán cuñas de inmovilización en las ruedas y se fijarán los gatos estabilizadores.

Lo utilizaremos en las operaciones de descarga de materiales en la obra.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Caídas al subir o al bajar.
- Atropello de personas.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la caída de paramentos.
- Desplome de la estructura en montaje.
- Quemaduras al hacer el mantenimiento.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Las maniobras en la grúa serán dirigidas por un especialista.

Los ganchos de la grúa tendrán cerradura de seguridad.

Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.

El gruista tendrá en todo momento la carga suspendida a la vista. Si eso no es posible las maniobras serán dirigidas por un especialista.

Las rampas de circulación no superarán en ningún caso una inclinación superior al 20 por 100.

Se prohibirá estacionar el camión a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.

Se prohibirá arrastrar cargas con el camión.

Se prohibirá la permanencia de personas a distancias inferiores a los 5 metros del camión.

Se prohibirá la permanencia de operarios bajo las cargas en suspensión.

El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.

Se extremarán las precauciones durante las maniobras de suspensión de objetos estructurales para su colocación en obra, ya que habrá operarios trabajando en el lugar, y un pequeño movimiento inesperado puede provocar graves accidentes.

No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km/h.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.

Plataforma elevadora

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Se utilizará en esta obra la "Plataforma elevadora" para posicionar a los operarios en los distintos puntos donde van a realizar operaciones.

La plataforma elevadora ofrece, al mismo tiempo, un sistema de elevación de personas y de plataforma de trabajo, de esta forma, evita la necesidad de utilizar otros medios auxiliares o de cualquier tipo de maquinaria de elevación.

Siguiendo las especificaciones del fabricante, tienen la posibilidad de transportar/elevar personas, tanto horizontal como verticalmente, y levantar la carga máxima establecida para la misma.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropello de personas.
- Vuelcos.
- Colisiones.
- Atrapamientos.
- Choque contra objetos o partes salientes del edificio.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Caídas al subir o bajar de la plataforma.

- Contactos con energía eléctrica.
- Quemaduras durante el mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

El contratista se asegurará de que es manejada por trabajadores cuya competencia y conocimiento han sido adquiridos por medio de la educación, formación y experiencia práctica.

La utilización de este equipo se efectuará de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

En caso de no disponer de dicho manual, deberá atenderse a las instrucciones elaboradas en el documento de adecuación del equipo al RD 1215/1997 redactado por personal competente.

A) Normas de manejo:

La manipulación de cargas debería efectuarse guardando siempre la relación dada por el fabricante entre la carga máxima y la altura a la que se ha de transportar y descargar.

La circulación de la máquina para variar de posición deberá hacerse sin carga.

B) Inspecciones previas a la puesta en marcha y conducción:

Antes de iniciar la jornada el conductor debe realizar una inspección de la plataforma que contemple los puntos siguientes:

- a) Ruedas (banda de rodaje, presión, etc.).
- b) Fijación y estado de los brazos.
- c) Inexistencia de fugas en el circuito hidráulico.
- d) Niveles de aceites diversos.
- e) Mandos en servicio.
- f) Protectores y dispositivos de seguridad.
- g) Frenos.
- h) Embrague, Dirección, etc.
- i) Avisadores acústicos y luces.

En caso de detectar alguna deficiencia deberá comunicarse al servicio de mantenimiento y no utilizarse hasta que no se haya reparado.

Toda plataforma en la que se detecte alguna deficiencia o se encuentre averiada deberá quedar claramente fuera de uso advirtiéndolo mediante señalización. Tal medida tiene especial importancia cuando la empresa realiza trabajo a turnos.

C) Normas generales de conducción y circulación:

Se dan las siguientes reglas genéricas a aplicar por parte del operador de la plataforma en la jornada de trabajo:

- a) No operar con ella personas no autorizadas.
- b) No permitir que suba ninguna persona en la plataforma sin tener conocimiento de los riesgos que entraña.
- c) Mirar siempre en la dirección de avance y mantener la vista en el camino que recorre durante la elevación de la plataforma.
- d) Evitar paradas y arranques bruscos y virajes rápidos.
- e) Transportar únicamente personas con la carga máxima establecida y preparada correctamente.
- f) Asegurarse que no chocará con techos, conductos, etc. por razón de altura.
- g) Cuando el operador abandona su carretilla debe asegurarse de que las palancas están en punto muerto, motor parado, frenos echados, llave de contacto sacada o la toma de batería retirada. Si está la carretilla en pendiente se calzarán las ruedas.
- h) No guardar carburante ni trapos engrasados en la plataforma elevadora, se puede prender fuego.
- i) Vigilar constantemente la presión de los neumáticos.
- ñ) Tomar toda clase de precauciones al maniobrar con la plataforma elevadora.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado antideslizante.
- Ropa de abrigo (en tiempo frío).

Grúa telescópica

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Se utilizará en esta obra la grúa telescópica para mover los materiales desde el punto de descarga hasta los distintos puntos donde van a utilizarse, así como para el montaje de la estructura metálica.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropello de personas.
- Vuelcos.
- Colisiones.
- Atrapamientos.
- Desprendimiento del material.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Caídas al subir o bajar del vehículo.
- Quemaduras durante el mantenimiento.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

El contratista se asegurará de que es manejada por trabajadores cuya competencia y conocimiento han sido adquiridos por medio de la educación, formación y experiencia práctica.

La utilización de este equipo se efectuará de acuerdo con el manual de instrucciones del fabricante.

En caso de no disponer de dicho manual, deberá atenderse a las instrucciones elaboradas en el documento de adecuación del equipo al RD 1215/1997 redactado por personal competente.

A) Normas de manejo:

1. Manipulación de cargas: La manipulación de cargas debería efectuarse guardando siempre la relación dada por el fabricante entre la carga máxima y la altura a la que se ha de transportar y descargar.

B) Inspecciones previas a la puesta en marcha y conducción:

Antes de iniciar la jornada el conductor debe realizar una inspección de la carretilla que contemple los puntos siguientes:

- a) Ruedas (banda de rodaje, presión, etc.).
- b) Fijación y estado de los brazos de la horquilla.
- c) Inexistencia de fugas en el circuito hidráulico.
- d) Niveles de aceites diversos.
- e) Mandos en servicio.
- f) Protectores y dispositivos de seguridad.
- g) Frenos de pie y de mano.
- h) Embrague, Dirección, etc.
- i) Avisadores acústicos y luces.

En caso de detectar alguna deficiencia deberá comunicarse al servicio de mantenimiento y no utilizarse hasta que no se haya reparado.

Toda maquinaria en la que se detecte deficiencia o se encuentre averiada deberá quedar claramente fuera de uso advirtiéndolo mediante señalización.

C) Normas generales de conducción y circulación:

Se dan las siguientes reglas genéricas a aplicar por parte del conductor en la jornada de trabajo:

- a) No conducir por parte de personas no autorizadas.
- b) No permitir que suba ninguna persona
- c) Disminuir la velocidad en cruces y lugares con poca visibilidad.
- d) Elevar únicamente cargas preparadas correctamente y asegurarse que no chocará con techos, conductos, etc. por razón de altura de la carga en función de la altura de paso libre.
- e) Cuando el conductor abandona la máquina debe asegurarse de que las palancas están en punto muerto, motor parado, frenos echados, llave de contacto sacada o la toma de batería retirada.
- f) Vigilar constantemente la presión de los neumáticos.
- g) Tomar toda clase de precauciones al maniobrar con la grúa.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado antideslizante.
- Ropa de abrigo (en tiempo frío).

6.1.3. Maquinaria de transporte

Dumper

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Lo utilizaremos en la obra para realiza tareas de autocarga moviéndose por terrenos difíciles y superando mayores pendientes gracias a su tracción a las cuatro ruedas.

Se utilizará para las operaciones de carga y transporte de áridos, ladrillos o escombros de manera ágil y eficaz.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropello de personas.
- Vuelcos.
- Colisiones.
- Atrapamientos.
- Proyección de objetos.
- Desprendimiento de tierras.
- Vibraciones.
- Ruido ambiental.
- Polvo ambiental.
- Caídas al subir o bajar del vehículo.
- Contactos con energía eléctrica.
- Quemaduras durante el mantenimiento.
- Golpes debidos a la manguera de suministro de aire.
- Sobreesfuerzos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Los accesos y caminos de la obra se conservarán en adecuado estado para la circulación evitando la circulación de blandones y embarramientos excesivos.

La máquina deberá de estacionarse siempre en los lugares establecidos.

Se señalizarán todas las zonas, para advertencia de los vehículos que circulan. Asimismo, se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe de aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras.

Antes de poner en servicio la máquina, se comprobarán el estado de los dispositivos de frenado, neumáticos, batería, niveles de aceite y agua, luces y señales acústicas y de alarma.

El operario que maneje la máquina debe de ser cualificado, con buena capacidad visual, experiencia y dominio de la máquina.

Los accidentes más frecuentes son ocasionados por el basculamiento de la máquina, por ello será necesario no cargarlos exageradamente, sobre todo en terrenos con gran declive. Su velocidad en estas operaciones debe reducirse por debajo de los 20 km/h.

No se cargará el cubilote por encima de la zona de carga máxima en él marcada.

Las pendientes se podrán remontar de forma más segura en marcha hacia atrás, pues de lo contrario, podría volcar.

Se prohíbe transportar piezas que sobresalgan lateralmente del cubilote.

Los dumpers, sobre todo los de gran capacidad, presentan serios peligros en los desplazamientos hacia atrás por su poca visibilidad, por ello deberán de incorporar avisadores automáticos acústicos de esta operación.

Se colocarán topes que impidan el retroceso.

Será imprescindible disponer de pórtico de seguridad antivuelco, con cinturón de seguridad complementario a él.

Se prohibirá la circulación por pendientes superiores al 20 por ciento o al 30 por ciento, en terrenos húmedos o secos, respectivamente.

Es conveniente coger la manivela colocando el pulgar del mismo lado que los demás dedos, evitando posibles golpes.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.

- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.
- Ropa de abrigo (en tiempo frío).

Camión transporte

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Utilizaremos el camión de transporte en diversas operaciones en la obra, por la capacidad de la cubeta, utilizándose en transporte de materiales, tierras, y otras operaciones de la obra, permitiendo realizar notables economías en tiempos de transporte y carga.

Permiten obtener un rendimiento óptimo de la parte motriz reduciendo los tiempos de espera y de maniobra junto a la excavadora.

La pista que una los puntos de carga y descarga debe ser lo suficientemente ancha para permitir la circulación incluso el cruce de ellos.

Este tipo de transporte ha sido elegido porque se considera que para la naturaleza de las operaciones a realizar en la obra es el más apropiado desde el punto de vista de la seguridad.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Atropello de personas.
- Choques contra otros vehículos.
- Vuelcos por fallo de taludes.
- Vuelcos por desplazamiento de carga.
- Atrapamientos, por ejemplo, al bajar la caja.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Si se tratase de un vehículo de marca y tipo que previamente no ha manejado, solicite las instrucciones pertinentes.

Antes de subir a la cabina para arrancar, inspeccionar alrededor y debajo del vehículo, por si hubiera alguna anomalía.

Se deberá hacer sonar el claxon inmediatamente antes de iniciar la marcha.

Se comprobarán los frenos después de un lavado o de haber atravesado zonas de agua. No se podrá circular por el borde de excavaciones o taludes.

Quedará totalmente prohibido la utilización de móviles (teléfono móvil particular) durante el manejo de la maquinaria.

No se deberá circular nunca en punto muerto.

No se deberá circular demasiado próximo al vehículo que lo preceda.

No se deberá transportar pasajeros fuera de la cabina.

Se deberá bajar el basculante inmediatamente después de efectuar la descarga, evitando circular con el levantado.

No se deberá realizar revisiones o reparaciones con el basculante levantado, sin haberlo calzado previamente.

Todos los camiones que realicen labores de transporte en esta obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

Antes de iniciar las labores de carga y descarga estará el freno de mano puesto y las ruedas estarán inmovilizadas con cuñas.

El izado y descenso de la caja se realizará con escalera metálica sujeta al camión.

Si hace falta, las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por el encargado de seguridad.

La carga se tapaná con una lona para evitar desprendimientos.

Las cargas se repartirán uniformemente por la caja, y si es necesario se atarán.

A) Medidas Preventivas a seguir en los trabajos de carga y descarga:

El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al Jefe de la cuadrilla de carga y descarga. De esta entrega quedará constancia con la firma del Jefe de cuadrilla al pie de este escrito.

Pedir guantes de trabajo antes de hacer trabajos de carga y descarga, se evitarán lesiones molestas en las manos.

Usar siempre calzado de seguridad, se evitarán golpes en los pies.

Subir a la caja del camión con una escalera.

Seguir siempre las indicaciones del Jefe del equipo, es un experto que vigila que no haya accidentes.

Las cargas suspendidas se han de conducir con cuerdas y no tocarlas nunca directamente con las manos.

No saltar a tierra desde la caja, peligro de fractura de los talones.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad (de uso obligatorio para abandonar la cabina).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón elástico antivibratorio.
- Calzado antideslizante.

6.1.4. Maquinaria de compactación y extendido

Bandeja vibrante

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Se utilizará (pesa unos 100 Kg.) para diversas operaciones de compactado en la obra, en terrenos húmedos y para suelos polvorientos (profundidad de asentado, de 20 a 40 cm.).

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Ruido.
- Atrapamiento.
- Golpes.
- Explosión.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Proyección de objetos.
- Vibraciones.
- Caídas al mismo nivel.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Antes de poner en funcionamiento el pisón asegurarse que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras. Evitará accidentes.

La bandeja provoca polvo ambiental. Riegue siempre la zona a alisar, o utilice una máscara de filtro mecánico recambiable antipolvo.

La bandeja produce ruido. Utilice siempre casco o tapones antirruído. Evitará perder agudeza de oído o quedarse sordo.

No deje el pisón a ningún operario, por inexperto puede accidentarse y accidentar a los otros compañeros.

La posición de guía puede hacerle inclinar la espalda. Utilice una faja elástica y evitará la lumbalgia.

Las zonas en fase de apisonar quedarán cerradas al paso mediante señalización según detalle de planos, en prevención de accidentes.

El personal que tenga que utilizar las apisonadoras, conocerá perfectamente su manejo y riesgos profesionales propios de esta máquina.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado antideslizante.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.

6.1.5. Maquinaria de manipulación de hormigón

Camión hormigonera

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Utilizaremos camiones hormigonera para el suministro de hormigón a obra, ya que se considera que son los medios adecuados cuando la confección o mezcla se realiza en una planta central.

El camión hormigonera está formado por una cuba o bombo giratorio soportado por el bastidor de un camión adecuado para soportar el peso.

La cuba o bombo giratorio, tiene forma cilíndrica o bicónica estando montada sobre la parte posterior y en ella se efectúa la mezcla de los componentes.

Identificación de riesgos propios de la máquina

A) Durante la carga:

- Riesgo de proyección de partículas de hormigón sobre cabeza y cuerpo del conductor al no ser recogidos por la tolva de carga.

B) Durante el transporte:

- Riesgo de golpes a terceros con la canaleta de salida al desplegarse por mala sujeción, rotura de la misma o simplemente por no haberla sujetado después de la descarga. Caída de hormigón por la tolva al haberse llenado excesivamente.
- Atropello de personas.
- Colisiones con otras máquinas.
- Vuelco del camión.
- Caídas, por ejemplo, en el interior de alguna zanja.

C) Durante la descarga:

- Golpes en la cabeza al desplegar la canaleta.
- Atrapamiento de dedos o manos en las articulaciones y uniones de la canaleta al desplegarla.
- Golpes en los pies al transportar las canaletas auxiliares o al proceder a unir las a la canaleta de salida por no seguir normas de manutención.
- Golpes a terceros situados en el radio de giro de la canaleta al no fijar esta y estar personas ajenas próximas a la operación de descarga de hormigón.
- Caída de objetos encima del conductor o los operarios.
- Golpes con el cubilote de hormigón.

Riesgos indirectos:

A) Generales:

- Riesgo de vuelco durante el manejo normal del vehículo por causas debidas al factor humano (corto de vista y no ir provisto de gafas, ataques de nervios, de corazón, pérdida de conocimiento, tensión alterada, estar ebrio, falta de responsabilidad, lentitud en los reflejos), mecánicos (piezas mal ajustadas, rotura de frenos, desgaste en los neumáticos o mal hinchado de los mismos.)
- Riesgo de incendio por un cortocircuito producido en la instalación eléctrica, combustible, etc., por un fallo técnico o humano.
- Riesgo de deslizamiento del vehículo por estar resbaladiza la pista, llevar las cubiertas del vehículo en mal estado de funcionamiento, trabajos en terrenos pantanosos o en grandes pendientes.

B) Durante la descarga:

- Golpes por el cubilote al bajar o al subir cargado con el mismo como consecuencia de un mal manejo del sistema de transporte utilizado.
- Golpes por objetos caídos de lo alto de la obra.
- Contacto de las manos y brazos con el hormigón.
- Aplastamiento por el cubilote al desprenderse el mismo por un fallo en el sistema de transporte.
- Caída de hormigón sobre los trabajadores situados debajo de la trayectoria de las canaletas de descarga.
- Atrapamiento de manos entre el cubilote y la canaleta de salida cuando el cubilote baja vacío y el conductor lo coge para que en su bajada quede en posición correcta.
- Atrapamiento de los pies entre la estructura de la base del cubilote y el suelo cuando este baja para ser cargado.

C) Durante el mantenimiento de la hormigonera:

- Riesgo de caída de altura desde lo alto de la escalera de acceso a la tolva de carga durante los trabajos de inspección y limpieza.
- Riesgo de caída de altura desde lo alto de la cuba como consecuencia de subir a inspeccionar o a efectuar trabajos de pintura, etc.
- Riesgos de stress acústico en trabajos en el interior de la cuba con martillo neumático utilizado para romper el hormigón fraguado debido a una avería en la hormigonera.
- Riesgo de resbalones y caídas durante las operaciones de engrase a causa de los aceites y grasas acumulado en el suelo.
- Heridas y rasguños en los bordes agudos del vehículo. Inhalación de aceites vaporizados o atomizados que se utilizan para la lubricación de muelles.
- Lesiones en manos y cabeza por las pistolas a alta presión.

D) Durante el mantenimiento del camión:

- Riesgo de atrapamiento entre el chasis y la caja del camión en su posición levantada durante las operaciones de reparación, engrase o revisión, efectuadas por el conductor del camión.
- Riesgo de golpes, torceduras y heridas varias derivadas del mal uso de herramientas utilizadas en la reparación de los vehículos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

A) Se describe la secuencia de operaciones que deberá realizar el conductor del camión para cubrir un ciclo completo con las debidas garantías de seguridad:

1- Se pone en marcha el camión y se enfila el camión hasta colocar la tolva de carga justo debajo de la tolva de descarga de la planta de hormigonado.

2- El conductor del camión se bajará del mismo e indicará al operario de la planta de hormigonado la cantidad de hormigón que necesita en metros cúbicos, accionando los mandos en la posición de carga y la velocidad de carga.

3- Mientras se efectúa la carga llenará el depósito de agua.

4- Cuando la cuba está cargada suena una señal acústica con lo que el operario pondrá la cuba en la posición de mezcla y procede a subir al camión para dirigirse a la obra.

5- Cuando llega a la obra, hace girar a la cuba a una velocidad superior a la de transporte para asegurar una mezcla adecuada.

6- El operario, mediante una pala, limpiará de residuos de hormigón la tolva de carga subiéndose para ello a lo alto de la escalera de acceso a la tolva de carga.

7- Se procederá a descargar el hormigón con la ayuda de un cubilote o directamente con la ayuda de canaletas.

8- Se limpiará con la manguera las canaletas de salida.

9- El resto del agua se introducirá en la cuba para su limpieza y procederá a volver a la planta de hormigonado.

10- Al llegar a la planta se descarga el agua del interior de la cuba que durante el trayecto ha ido limpiando de hormigón las paredes de la cuba.

B) Medidas preventivas de carácter general:

La escalera de acceso a la tolva debe estar construida en un material sólido y antideslizante. En la parte inferior de la escalera abatible se colocará un seguro para evitar balanceos, que se fijará a la propia escalera cuando esté plegada y al camión cuando esté desplegada.

Así mismo debe tener una plataforma en la parte superior para que el operario se sitúe para observar el estado de la tolva de carga y efectuar trabajos de limpieza dotada de un aro quitamiedos a 90 cm. de altura sobre ella.

La plataforma ha de tener unas dimensiones aproximadas de 400 x 500 mm y ser de material consistente. Para evitar acumulación de suciedad deberá ser del tipo de rejilla con un tamaño aproximado de la sección libre máxima de 50 mm de lado. Esta escalera solo se debe utilizar

para trabajos de conservación, limpieza e inspección por un solo operario y colocando los seguros tanto antes de subir como después de recogida la parte abatible de la misma. Sólo se debe utilizar estando el vehículo parado.

La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios. Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberá pintarse con pintura anticorrosivo para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.

No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc. Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, canaletas, etc.).

El vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.

Los elementos para subir o bajar han de ser antideslizantes.

Deben poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.

Sistemas de alarmas para neumáticos con poco aire. Señal de marcha atrás audible por otros camiones.

Las cabinas deben ser de una resistencia tal y estar instaladas de manera que ofrezcan una protección adecuada al conductor contra la caída de objetos.

Las cabinas deben poseer sistema de ventilación y calefacción.

La cabina debe estar provista de un asiento fijo para el conductor y para los pasajeros autorizados para viajar en ella.

Los asientos deben estar contruidos de forma que absorban en medida suficiente las vibraciones, tener respaldo y un apoyo para los pies y ser cómodos.

Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 Kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.

Para desplegar la canaleta de hormigón se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hasta posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue.

Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.

Las canaletas auxiliares deben ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas con cierre y seguro de cierre.

Después de cada paso de hormigón se deben limpiar con una descarga de agua.

El depósito y canaletas se limpiarán en un lugar al aire libre lejos de las obras principales.

El camión se situará en el lugar de vaciado dirigido por el encargado de obra o persona en quien delegue.

Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa el camionero y el operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendiente de las evoluciones del mismo.

Si por la situación del gruista se debe acompañar en su bajada al cubilote esto se hará procurando no colocarse entre el cubilote y la parte trasera de la hormigonera para evitar atrapamientos entre ambos elementos.

Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo.

Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar que un balanceo imprevisto de la carga les golpee.

Cuando un camión circula por el lugar de trabajo es indispensable dedicar un obrero para que vigile que la ruta del vehículo esté libre antes de que éste se ponga en marcha hacia adelante y sobre todo hacia atrás.

Los camiones deben ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos o que entrañen otros peligros, a lo largo de zanjas o taludes, en marcha atrás. No se debe bajar del camión a menos que: esté parado el vehículo, haya un espacio suficiente para apearse.

Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá: ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, llevar brazos o piernas colgando del exterior.

Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16 por ciento, si el camión hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha de forma continua. En pendientes superiores al 16 por ciento se aconseja no suministrar hormigón con el camión.

Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión-hormigonera el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta y caso necesario bloquear las ruedas mediante calzos.

En cuanto a los trabajos de mantenimiento utilizando herramientas manuales se deben seguir las siguientes normas: seleccionar las herramientas más adecuadas para el trabajo que ha de ser ejecutado, cerciorarse de que se encuentran en buen estado, hacer el debido uso, al terminar el trabajo guardarlas en la caja o cuarto dedicado a ello.

Cuando se utilizan pistolas de engrase a presión nunca se deben colocar las manos frente a las toberas de salida.

En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.

Cuando se haya fraguado el hormigón de una cuba por cualquier razón el operario que maneje el martillo neumático deberá utilizar cascos de protección auditiva de forma que el nivel máximo acústico sea de 80 dB.

Los camiones de hormigón no se podrán acercar a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.

Las rampas de acceso tendrán una pendiente no superior al 20 por 100.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad (antisalpicaduras de pastas).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado antideslizante.

6.1.6. Pequeña maquinaria

Sierra circular

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

La sierra circular es una máquina ligera y sencilla, compuesta de una mesa fija con una ranura en el tablero que permite el paso del disco de sierra, un motor y un eje porta-herramienta.

Utilizaremos la sierra circular en la obra porque es una máquina ligera y sencilla, compuesta de una mesa fija con una ranura en el tablero que permite el paso del disco de sierra, un motor y un eje porta herramienta. La transmisión puede ser por correa, en cuyo caso la altura del disco sobre el tablero es regulable.

La operación exclusiva para la que se va a utilizar en la obra es la de cortar o aserrar piezas de madera habitualmente empleadas en las obras de construcción, sobre todo para la formación de encofrados en la fase de estructura, como tableros, rollizos, tablones, listones, etc.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Cortes.
- Contacto con el dentado del disco en movimiento.

- Golpes y/o contusiones por el retroceso imprevisto y violento de la pieza que se trabaja.
- Atrapamientos.
- Proyección de partículas.
- Retroceso y proyección de la madera
- Proyección de la herramienta de corte o de sus fragmentos y accesorios en movimiento.
- Emisión de polvo.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Contacto con las correas de transmisión.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Las sierras circulares en esta obra, no se ubicarán a distancias inferiores a 3 metros, (como norma general) del borde de los forjados con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).

Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:

- Carcasa de cubrición del disco.
- Cuchillo divisor del corte.
- Empujador de la pieza a cortar y guía.
- Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
- Interruptor de estanco.
- Toma de tierra.

Se prohibirá expresamente, dejar en suspensión del gancho de la grúa las mesas de sierra durante los periodos de inactividad.

El mantenimiento de las mesas de sierra de esta obra será realizado por personal especializado para tal menester, en prevención de los riesgos.

La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar los riesgos eléctricos.

Se prohibirá ubicar la sierra circular sobre los lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los aledaños de las mesas de sierra circular, mediante barrido y apilado para su carga sobre bateas emplantadas (o para su vertido mediante las trompas de vertido).

En esta obra, al personal autorizado para el manejo de la sierra de disco, se le entregará la siguiente normativa de actuación. El justificante del recibí, se entregará al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

Deberá sujetarse bien las piezas que se trabajan.

Deberá comprobarse la pérdida de filo en las herramientas de corte. Se usarán herramientas de corte correctamente afiladas y se elegirán útiles adecuados a las características de la madera y de la operación.

Evitar en lo posible pasadas de gran profundidad. Son recomendables las pasadas sucesivas y progresivas de corte.

Se evitará el empleo de herramientas de corte y accesorios a velocidades superiores a las recomendadas por el fabricante.

Se utilizarán las herramientas de corte con resistencia mecánica adecuada.

No se emplearán accesorios inadecuados.

A) Normas de seguridad para el manejo de la sierra de disco:

Antes de poner la máquina en servicio comprueba que no está anulada la conexión a tierra, en caso afirmativo, avise al Servicio de Prevención.

Comprueban que el interruptor eléctrico es estanco, en caso de no serlo, avise al Servicio de Prevención.

Utilice el empujador para manejar la madera; considere que de no hacerlo puede perder los dedos de sus manos. Desconfíe de su destreza. Esta máquina es peligrosa.

Los empujadores no son en ningún caso elementos de protección en sí mismos, ya que no protegen directamente la herramienta de corte sino las manos del operario al alejarlas del punto de peligro. Los empujadores deben, por tanto, considerarse como medidas complementarias de las protecciones existentes, pero nunca como sustitutorias de las citadas protecciones. Su utilización es básica en la alimentación de piezas pequeñas, así como instrumento de ayuda para el -fin de pasada- en piezas grandes, empujando la parte posterior de la pieza a trabajar y sujeto por la mano derecha del operario.

No retirar la protección del disco de corte.

Se deberá estudiar la forma de cortar sin necesidad de observar la -trisca-.

El empujador llevará la pieza donde usted desee y a la velocidad que usted necesita. Si la madera no pasa, el cuchillo divisor está mal montado. Pida que se lo ajusten.

Si la máquina, inopinadamente se detiene, retírese de ella y avise al Servicio de Prevención para que sea reparada. No intente realizar ni ajustes ni reparaciones.

Comprueban el estado del disco, sustituyendo los que estén fisurados o carezcan de algún diente.

Para evitar daños en los ojos, solicite se le provea de unas gafas de seguridad antiproyección de partículas y úselas siempre, cuando tenga que cortar.

Extraer previamente todos los clavos o partes metálicas hincadas en la madera que desee cortar.

Puede fracturarse el disco o salir despedida la madera de forma descontrolada, provocando accidentes serios.

La alimentación de la pieza debe realizarse en sentido contrario al del giro del útil, en todas las operaciones en que ello sea posible.

B) Normas generales de seguridad:

Se recomienda paralizar los trabajos en caso de lluvia y cubrir la máquina con material impermeable.

Una vez finalizado el trabajo, colocarla en un lugar abrigado.

El interruptor debería ser de tipo embutido y situado lejos de las correas de transmisión.

Las masas metálicas de la máquina estarán unidas a tierra y la instalación eléctrica dispondrá de interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

La máquina debe estar perfectamente nivelada para el trabajo.

No podrá utilizarse nunca un disco de diámetro superior al que permite el resguardo instalado.

Su ubicación en la obra será la más idónea de manera que no existan interferencias de otros trabajos, de tránsito ni de obstáculos.

No deberá ser utilizada por persona distinta al profesional que la tenga a su cargo, y si es necesario se la dotará de llave de contacto. La utilización correcta de los dispositivos protectores deberá formar parte de la formación que tenga el operario.

Antes de iniciar los trabajos debe comprobarse el perfecto afilado del útil, su fijación, la profundidad del corte deseado y que el disco gire hacia el lado en el que el operario efectuó la alimentación.

Es conveniente aceitar la sierra de vez en cuando para evitar que se desvíe al encontrar cuerpos duros o fibras retorcidas.

Para que el disco no vibre durante la marcha se colocarán 'guía-hojas' (cojinetes planos en los que roza la cara de la sierra).

El operario deberá emplear siempre gafas o pantallas faciales.

Nunca se empujará la pieza con los dedos pulgares de las manos extendidos.

Se comprobará la ausencia de cuerpos pétreos o metálicos, nudos duros, vetas u otros defectos en la madera.

El disco será desechado cuando el diámetro original se haya reducido 1/5.

El disco utilizado será el que corresponda al número de revoluciones de la máquina.

Se dispondrá de carteles de aviso en caso de avería o reparación. Una forma segura de evitar un arranque repentino es desconectar la máquina de la fuente de energía y asegurarse que nadie pueda conectarla.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero (preferible muy ajustados).

Para cortes en vía húmeda se utilizará:

- Casco de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C. (preferible muy ajustados).
- Traje impermeable.
- Calzado de seguridad de goma o de P.V.C.

Vibrador de hormigón

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Se utilizará el vibrador en la obra para aplicar al hormigón choques de frecuencia elevada con el objetivo de vibrarlo.

Los vibradores que se van a utilizar en esta obra serán: Eléctricos.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Descargas eléctricas.
- Caídas desde altura durante su manejo.
- Caídas a distinto nivel del vibrador.

- Salpicaduras de lechada en ojos y piel.
- Vibraciones.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.

Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.

Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica del vibrador, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.

El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.

Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

Los pulsadores estarán protegidos para evitar que les caiga material utilizado en el hormigonado o agua.

Los pulsadores de puesta en marcha y parada estarán suficientemente separados para no confundirlos en el momento de accionarlos.

Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Botas de goma.
- Guantes de seguridad.
- Gafas de protección contra salpicaduras.

Grupo electrógeno

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

El empleo de los generadores o grupos electrógenos en esta obra es imprescindible por la ausencia de red eléctrica en las proximidades, y también debido a que la demanda total de KW. de la obra es superior a la que puede ofrecer la red general.

Además, porque el enganche a dicha red y el tendido de línea necesario puede originar riesgos latentes a la máquina y equipos utilizados en otras operaciones, por lo que se consideran que es aconsejable la utilización de sistemas propios de producción de energía eléctrica.

Los grupos generadores electrógenos tienen como misión básica la de sustituir el suministro de electricidad que procede de la red general cuando lo aconsejan o exigen las necesidades de la obra.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Electrocutión.
- Incendio por cortocircuito.
- Explosión.
- Incendio.
- Ruido.
- Emanación de gases.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

En el momento de la contratación del grupo electrógeno, se pedirá información de los sistemas de protección de que está dotado para contactos eléctricos indirectos.

Si el grupo no lleva incorporado ningún elemento de protección se conectará a un cuadro auxiliar de obra, dotado con un diferencial de 300 mA para el circuito de fuerza y otro de 30 mA para el circuito de alumbrado, poniendo a tierra, tanto al neutro del grupo como al cuadro.

Dado que el valor de resistencia de tierra que se exige es relativamente elevado, podrá conseguirse fácilmente con electrodos tipo piqueta o cable enterrado.

Tanto la puesta en obra del grupo, como sus conexiones a cuadros principales o auxiliares, deberá efectuarse con personal especializado.

Otros riesgos adicionales son el ruido ambiental, la emanación de gases tóxicos por el escape del motor y atrapamientos en operaciones de mantenimiento.

El ruido se podrá reducir situando el grupo lo más alejado posible de las zonas de trabajo.

Referente al riesgo de intoxicación su ubicación nunca debe ser en sótanos o compartimentos cerrados o mal ventilados.

La instalación del grupo deberá cumplir lo especificado en REBT.

Las tensiones peligrosas que aparezcan en las masas de los receptores como consecuencia de defectos localizados en ellos mismos o en otros equipos de la instalación conectados a tierra se protegerán con los diferenciales en acción combinada con la toma de tierra.

La toma de tierra, cuando la instalación se alimenta del grupo, tiene por objeto referir el sistema eléctrico a tierra y permitir el retorno de corriente de defecto que se produzca en masas de la instalación o receptores que pudieran accidentalmente no estar conectados a la puesta a tierra general, limitando su duración en acción combinada con el diferencial.

Debe tenerse en cuenta que los defectos de fase localizados en el grupo electrógeno provocan una corriente que retorna por el conductor de protección y por R al centro de la estrella, no afectando al diferencial. Por ello se instalará un dispositivo térmico, que debe parar el grupo en un tiempo bajo cuando esa corriente provoque una caída de tensión en R.

Se pondrá siempre en lugar ventilado y fuera del riesgo de incendio o explosión.

Equipos de protección individual (operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento del equipo):

- Protector acústico o tapones.
- Guantes aislantes para baja tensión.
- Calzado protector de riesgos eléctricos.
- Casco de seguridad.

Taladros eléctricos

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Esta máquina la utilizaremos en la obra porque sirve para perforar o hacer agujeros (pasantes o ciegos) en cualquier material, utilizando siempre la broca adecuada al material a trabajar.

La velocidad de giro en el taladro eléctrico se regula con el gatillo, siendo muy útil poder ajustarla al material que se esté taladrando y al diámetro de la broca para un rendimiento óptimo.

Además del giro la broca tiene un movimiento de vaivén. Esto es imprescindible para taladrar con comodidad ladrillos, baldosas, etc.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Cortes.
- Golpes.
- Atrapamientos.
- Proyección de partículas.
- Emisión de polvo.
- Contacto con las correas de transmisión.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Antes de utilizar la máquina se debe conocer su manejo y adecuada utilización.

Antes de maniobrar, asegurarse de que la zona de trabajo esté despejada.

Usar el equipo de protección personal definido por obra.

No efectuar reparaciones con la máquina en marcha.

Comunicar cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina al jefe más inmediato. Hacerlo preferiblemente por medio del parte de trabajo.

Cumplir las instrucciones de mantenimiento.

Equipos de protección individual:

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de trabajo.

Taladros de batería

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Esta máquina la utilizaremos en diferentes operaciones en la obra porque sirve para perforar o hacer agujeros (pasantes o ciegos) en cualquier material, utilizando siempre la broca adecuada al material a trabajar.

Su principal ventaja es su autonomía al poder utilizarse sin necesidad de que exista un enchufe.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Cortes.
- Golpes.
- Atrapamientos.
- Proyección de partículas.
- Emisión de polvo.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Antes de utilizar la máquina se debe conocer su manejo y adecuada utilización.

Antes de maniobrar, asegurarse de que la zona de trabajo esté despejada.

Usar el equipo de protección personal definido por obra.

No efectuar reparaciones con la máquina en marcha.

Comunicar cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina al jefe más inmediato. Hacerlo preferiblemente por medio del parte de trabajo.

Cumplir las instrucciones de mantenimiento.

Equipos de protección individual:

- Mono de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de trabajo.

Atornilladores eléctricos

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Esta máquina se utilizará en diferentes operaciones de la obra porque sirve para atornillar en cualquier tipo de superficie.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Cortes.
- Golpes y/o contusiones por el retroceso imprevisto y violento sobre la pieza que se trabaja.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Antes de utilizar el atornillador eléctrico se debe conocer su manejo y adecuada utilización.

Usar el equipo de protección personal definido por obra.

Cumplir las instrucciones de mantenimiento.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Guantes de trabajo.

Martillo neumático

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

El martillo de aire comprimido se utilizará en la obra para múltiples operaciones. Trabaja con cinceles de todas las formas (punta, espátula, etc.) proporcionándole la energía un émbolo accionado por aire comprimido.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Proyección de fragmentos.
- Golpes con la herramienta.
- Impactos por la caída del martillo encima de los pies.
- Contusiones con la manguera de aire comprimido.
- Vibraciones.
- Ruido.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Las mangueras de aire comprimido se situarán de forma que no dificulten el trabajo de los obreros ni el paso del personal.

Las mangueras se pondrán alineadas y, si es posible, fijas a los testeros del túnel, dejando libre la parte central. Si es inevitable el paso de camiones o cualquier otro vehículo por encima de las mangueras, se protegerán con tubos de acero.

La unión entre la herramienta y el porta-herramientas quedará bien asegurada y se comprobará el perfecto acoplamiento antes de iniciar el trabajo.

No conviene realizar esfuerzos de palanca u otra operación parecida con el martillo en marcha.

Se verificarán las uniones de las mangueras asegurándose que están en buenas condiciones.

Conviene cerrar el paso del aire antes de desarmar un martillo.

Equipos de protección individual:

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Gafas antipartículas.
- Protectores auditivos.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.
- Arnés de seguridad (para trabajos en altura).

Herramientas manuales

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Son herramientas cuyo funcionamiento se debe solamente al esfuerzo del operario que las utiliza, y en la obra se emplearán en diversas operaciones de naturaleza muy variada.

Identificación de riesgos propios de la máquina

- Golpes en las manos y los pies.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.

Deberá hacerse una selección de la herramienta correcta para el trabajo a realizar.

Deberá hacerse un mantenimiento adecuado de las herramientas para conservarlas en buen estado.

Deberá evitar un entorno que dificulte su uso correcto.

Se deberá guardar las herramientas en lugar seguro.

Siempre que sea posible se hará una asignación personalizada de las herramientas.

Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.

Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.

Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.

Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar:

A) Alicates:

Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.

Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además, tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies.

No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas.

Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.

No colocar los dedos entre los mangos.

No golpear piezas u objetos con los alicates.

Mantenimiento: Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.

B) Cinceles:

No utilizar cincel con cabeza achatada, poco afilada o cóncava.

No usar como palanca. Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.

Deben estar limpios de rebabas.

Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alaben al ser golpeados.

Se deben desechar los cinceles más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm. de radio.

Para uso normal, la colocación de una protección anular de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.

El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.

C) Destornilladores:

El mango deberá estar en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.

El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular.

Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.

Deberá utilizarse sólo para apretar o aflojar tornillos.

No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares.

Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.

No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.

Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

D) Llaves de boca fija y ajustable:

Las quijadas y mecanismos deberán en perfecto estado.

La cremallera y tornillo de ajuste deberán deslizarse correctamente.

El dentado de las quijadas deberá estar en buen estado.

No se deberá desbastar las bocas de las llaves fijas pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores.

Las llaves deterioradas no se repararán, se deberán reponer.

Se deberá efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujando.

Al girar asegurarse de que los nudillos no se golpean contra algún objeto.

Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o desapretar.

Se deberá utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta.

No se debe sobrecargar la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra como alargó o golpear éste con un martillo.

La llave de boca variable debe abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza la soporta la quijada fija. Tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.

Se deberá utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.

No se deberá utilizar las llaves para golpear.

E) Martillos y mazos:

Las cabezas no deberán tener rebabas.

Los mangos de madera (nogal o fresno) deberán ser de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.

La cabeza deberá estar fijada con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.

Se deberán desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.

Antes de utilizar un martillo deberá asegurarse que el mango está perfectamente unido a la cabeza.

Deberá seleccionarse un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada una de las superficies a golpear.

Observar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes.

Se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo.

En el caso de tener que golpear clavos, éstos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.

No golpear con un lado de la cabeza del martillo sobre un escoplo u otra herramienta auxiliar.

No utilizar un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.

No utilizar martillos con la cabeza floja o cuña suelta.

No utilizar un martillo para golpear otro o para dar vueltas a otras herramientas o como palanca.

F) Picos Rompedores y Troceadores:

Se deberá mantener afiladas sus puntas y el mango sin astillas.

El mango deberá ser acorde al peso y longitud del pico.

Deberán tener la hoja bien adosada.

No se deberá utilizar para golpear o romper superficies metálicas o para enderezar herramientas como el martillo o similares.

No utilizar un pico con el mango dañado o sin él.

Se deberán desechar picos con las puntas dentadas o estriadas.

Se deberá mantener libre de otras personas la zona cercana al trabajo.

G) Sierras:

Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.

Los mangos deberán estar bien fijados y en perfecto estado.

La hoja deberá estar tensada.

Antes de serrar se deberá fijar firmemente la pieza.

Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente)

Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes:

a) Hierro fundido, acero blando y latón: 14 dientes cada 25 cm.

b) Acero estructural y para herramientas: 18 dientes cada 25 cm.

c) Tubos de bronce o hierro, conductores metálicos: 24 dientes cada 25 cm.

d) Chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas: 32 dientes cada 25 cm.

Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.

Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.

Para serrar tubos o barras, deberá hacerse girando la pieza.

Equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.

- Guantes de cuero.

6.2. Medios auxiliares

6.2.1. Escalera de mano

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Utilizaremos este medio auxiliar en diferentes tajos de la obra.

Aunque suele ser objeto de -prefabricación rudimentaria- en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura, las escaleras utilizadas en esta obra serán homologadas y si son de madera no estarán pintadas.

Las escaleras prefabricadas con restos y retales son prácticas contrarias a la Seguridad de esta obra.

Debe por lo tanto impedirse la utilización de las mismas en la obra.

Las escaleras de mano deberán tener la resistencia y los elementos necesarios de apoyo o sujeción, para que su utilización en las condiciones para las que han sido diseñados no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento.

La utilización de una escalera de mano como puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en que, habida cuenta de lo dispuesto en el apartado 4.1.1 del RD 1215/1997, la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre otras personas.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Atrapamientos por los herrajes o extensores.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras -cortas- para la altura a salvar, etc.).

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

1) De aplicación al uso de escaleras de madera.

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados, no clavados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíbe la utilización de escaleras de madera que estén pintadas.
- Se guardarán a cubierto.

2) De aplicación al uso de escaleras metálicas.

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

3) De aplicación al uso de escaleras de tijera.

- Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados 1 y 2 para las calidades de -madera o metal-.
- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima que impidan su apertura al ser utilizadas.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.
- 4) Para el uso y transporte por obra de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen.
- No deben utilizar las escaleras personas que sufran algún tipo de vértigo o similares.
 - Las escaleras de mano deberán utilizarse de forma que los trabajadores puedan tener en todo momento un punto de apoyo y de sujeción seguros.
 - Para subir a una escalera se debe llevar un calzado que sujete bien los pies. Las suelas deben estar limpias de grasa, aceite u otros materiales deslizantes, pues a su vez ensucian los escalones de la propia escalera.
 - Se prohibirá la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.
 - Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza un equipo de protección individual anticaidas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se colocarán de forma que su estabilidad durante su utilización esté asegurada.
 - Se impedirá el deslizamiento de los pies de las escaleras de mano durante su utilización ya sea mediante la fijación de la parte superior o inferior de los largueros, ya sea mediante cualquier dispositivo antideslizante o cualquier otra solución de eficacia equivalente.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
 - Los puntos de apoyo de las escaleras de mano deberán asentarse sólidamente sobre un soporte de dimensión adecuada y estable, resistente e inmóvil, de forma que los travesaños queden en posición horizontal.
 - Las escaleras compuestas de varios elementos adaptables o extensibles deberán utilizarse de forma que la inmovilización recíproca de los distintos elementos esté asegurada.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra para fines de acceso deberán tener la longitud necesaria para sobresalir al menos un metro del plano de trabajo al que se accede.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, $1/4$ de la longitud del larguero entre apoyos.
 - Las escaleras de mano con ruedas deberán haberse inmovilizado antes de acceder a ellas.

- Se prohibirá en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.
- En general se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- El transporte a mano de una carga por una escalera de mano se hará de modo que ello no impida una sujeción segura.
- Se prohibirá apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar (montones de tierra, materiales, etc.).
- El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso, descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.
- El transporte de escaleras por la obra a brazo se hará de tal modo que se evite el dañarlas, dejándolas en lugares apropiados y no utilizándolas a la vez como bandeja o camilla para transportar materiales.
- El transporte de escaleras a mano por la obra y por una sola persona se hará cuando el peso máximo de la escalera supere los 55 Kg.
- Las escaleras de mano por la obra y por una sola persona no se transportará horizontalmente. Hacerlo con la parte delantera hacia abajo.
- Durante el transporte por una sola persona se evitará hacerla pivotar ni transportarla sobre la espalda, entre montantes, etc.
- En el caso de escaleras transformables se necesitan dos personas para trasladarla por la obra y se deberán tomar las siguientes precauciones:
 - a) Transportar plegadas las escaleras de tijera.
 - b) Las escaleras extensibles se transportarán con los paracaídas bloqueando los peldaños en los planos móviles y las cuerdas atadas a dos peldaños vis a vis en los distintos niveles.
 - c) Durante el traslado se procurará no arrastrar las cuerdas de las escaleras por el suelo.
- Para la elección del lugar donde levantar la escalera deberá tenerse presente:
 - a) No situar la escalera detrás de una puerta que previamente no se ha cerrado. No podrá ser abierta accidentalmente.
 - b) Limpiar de objetos las proximidades del punto de apoyo de la escalera.
 - c) No situarla en lugar de paso para evitar todo riesgo de colisión con peatones o vehículos y en cualquier caso balizarla o situar una persona que avise de la circunstancia.
- Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones de situación del pie de la escalera:

a) Las superficies deben ser planas, horizontales, resistentes y no deslizantes. La ausencia de cualquiera de estas condiciones puede provocar graves accidentes.

b) No se debe situar una escalera sobre elementos inestables o móviles (cajas, bidones, planchas, etc.).

- Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones relativas a la inclinación de la escalera:

a) La inclinación de la escalera debe ser tal que la distancia del pie a la vertical pasando por el vértice esté comprendida entre el cuarto y el tercio de su longitud, correspondiendo una inclinación comprendida entre 75,5° y 70,5°.

b) El ángulo de abertura de una escalera de tijera debe ser de 30° como máximo, con la cuerda que une los dos planos extendidos o el limitador de abertura bloqueado.

- Deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones relacionadas al apoyo, fricción con el suelo y zapatas de apoyo:

a) Suelos de cemento: Zapatas antiderrapantes de caucho o neopreno (ranuradas o estriadas)

b) Suelos secos: Zapatas abrasivas.

c) Suelos helados: Zapata en forma de sierra.

d) Suelos de madera: Puntas de hierro.

- Las cargas máximas de las escaleras a utilizar en esta obra serán:

a) Madera: La carga máxima soportable será de 95 Kg., siendo la carga máxima a transportar de 25 Kg.

b) Metálicas: La carga máxima será de 150 Kg. e igualmente la carga máxima a llevar por el trabajador es de 25 Kg.

- Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

5º) Las normas básicas del trabajo sobre una escalera son:

- No utilizar una escalera manual para trabajar. En caso necesario y siempre que no sea posible utilizar una plataforma de trabajo se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Si los pies están a más de 2 m del suelo, utilizar arnés de seguridad anclado a un punto sólido y resistente.

- Para trabajos de cierta duración se pueden utilizar dispositivos tales como reposapiés que se acoplan a la escalera.

- En cualquier caso sólo la debe utilizar una persona para trabajar.

- No trabajar a menos de 5 m de una línea de A.T. y en caso imprescindible utilizar escaleras de fibra de vidrio aisladas.
- Una norma común es la de situar la escalera de forma que se pueda acceder fácilmente al punto de operación sin tener que estirarse o colgarse. Para acceder a otro punto de operación no se debe dudar en variar la situación de la escalera volviendo a verificar los elementos de seguridad de la misma.
- Nunca deben utilizarse las escaleras para otros fines distintos de aquellos para los que han sido construidas. Así, no se deben utilizar las escaleras dobles como simples. Tampoco se deben utilizar en posición horizontal para servir de puentes, pasarelas o plataformas. Por otro lado, no deben utilizarse para servir de soportes a un andamiaje.

6º) Almacenamiento de las escaleras:

- Las escaleras de madera deben almacenarse en lugares al amparo de los agentes atmosféricos y de forma que faciliten la inspección.
- Las escaleras no deben almacenarse en posición inclinada.
- Las escaleras deben almacenarse en posición horizontal, sujetas por soportes fijos, adosados a paredes.

7º) Inspección y mantenimiento:

- Las escaleras deberán inspeccionarse como máximo cada seis meses contemplando los siguientes puntos:
 - a) Peldaños flojos, mal ensamblados, rotos, con grietas, o indebidamente sustituidos por barras o sujetos con alambres o cuerdas.
 - b) Mal estado de los sistemas de sujeción y apoyo.
 - c) Defecto en elementos auxiliares (poleas, cuerdas, etc.) necesarios para extender algunos tipos de escaleras.
- Ante la presencia de cualquier defecto de los descritos se deberá retirar de circulación la escalera. Esta deberá ser reparada por personal especializado o retirada definitivamente.

8º) Conservación de las escaleras en obra:

a) Madera

- No deben ser recubiertas por productos que impliquen la ocultación o disimulo de los elementos de la escalera.
- Se pueden recubrir, por ejemplo, de aceites de vegetales protectores o barnices transparentes.
- Comprobar el estado de corrosión de las partes metálicas.

b) Metálicas

- Las escaleras metálicas que no sean de material inoxidable deben recubrirse de pintura anticorrosiva.
- Cualquier defecto en un montante, peldaño, etc. no debe repararse, soldarse, enderezarse, etc., nunca.

Equipos de protección individual (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad (cuando sea necesario).

6.2.2. Contenedores

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Los contenedores son elementos que permiten la acumulación y evacuación de escombros de la obra.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de material.
- Cortes.
- Golpes.
- Emanación de polvo.
- Proyección de partículas.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

- Antes de proceder a la instalación de los contenedores, se debería hacer un estudio del lugar o lugares más idóneos para ello, debiéndose tener en cuenta que:

a) El número de contenedores, si en el desembocan bajantes de escombros, vendrá determinado por el número de bajantes de escombros existentes en la obra.

b) Fácil accesibilidad desde cualquier punto.

c) Facilidad para emplazar el camión.

d) Máxima duración en el mismo emplazamiento, a ser posible hasta que finalicen los trabajos a realizar.

e) Alejado de los lugares de paso.

- Una vez instalado y antes de empezar a dar servicio el contenedor, deberá asegurarse que la bajante de escombros que desemboca este perfectamente fijadas al contenedor.

- El tramo inferior de la bajante que desemboca en el contenedor tendrá menor pendiente que el resto, con la finalidad de reducir la velocidad de los escombros evacuados y evitar la proyección de los mismos, al llegar al contenedor.

- La distancia de la embocadura inferior de la bajante al contenedor de recogida de escombros deberá ser la mínima posible que permita el llenado del mismo y su extracción.

- Cuando se vaya a arrojar los escombros, el operario se cerciorará de que nadie esté cerca del contenedor.

- Deberá asegurarse de que la lona que cubre el contenedor y la bajante estén perfectamente unidas.

Equipos de protección individual (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Casco de seguridad.

- Ropa de trabajo.

- Guantes de cuero.

6.2.3. Eslingas de acero

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Son diferentes medios destinados y empleados en la obra para la elevación y transporte de materiales por los diferentes tajos.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caída de personas al mismo nivel.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas.
- Caída de materiales en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos o materiales.
- Pisadas sobre objetos.
- Proyección de fragmentos o partículas.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

- En los trabajos en altura es preceptivo el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.
- Los accesorios de elevación (eslingas, cables, etc.), estarán marcados de tal forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de presión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación estarán marcados para que el usuario conozca sus características.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.
- Los cables no deberán llevar ningún empalme, ni lazo salvo en sus extremos.
- Los cables o abrazaderas de fibra textil no llevarán ningún empalme, lazo o enlace, salvo en el extremo del eslingado o en el cierre de una eslinga sin fin.
- Los órganos de prensión deberán diseñarse y fabricarse de forma que las cargas no puedan caer repetidamente.

- Cada longitud de cadena, cable o abrazadera de elevación que no forme parte de un todo deberá llevarán marca o, si ello fuera posible, una placa o una anilla inamovible con las referencias del fabricante y la identificación de la certificación correspondiente. La certificación incluirá las indicaciones mínimas siguientes:

a) Nombre del fabricante o representante legal en la Comunidad Económica Europea.

b) El domicilio en la Comunidad Económica Europea del fabricante o representante legal.

c) La descripción de la cadena o cable (dimensiones nominales, fabricación, el material usado para la fabricación, cualquier tratamiento metalúrgico especial a que haya sido sometido el material.

d) La carga máxima en servicio que haya de soportar la cadena o el cable.


- Las eslingas, cadenas y cables deben cepillarse y engrasarse periódicamente.
- Las eslingas, cadenas y cables no deben abandonarse en el suelo para que no provoquen caídas.
- Las eslingas, cadenas y cables no deben abandonarse en el suelo para evitar que la arena, grava, etc. penetren entre los hilos.
- Evitar dejar las eslingas, cadenas y cables a la intemperie.
- Las eslingas, cadenas y cables se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
- El gancho de grúa que sustente las eslingas, cadenas y cables, será de acero normalizado dotados con pestillo de seguridad.
- Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.
- Se prohibirá en esta obra, la suspensión o transporte aéreo de personas mediante las eslingas, cadenas y cables.
- Se paralizarán los trabajos de transporte de materiales con la batea suspendida de la grúa en esta obra, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60 Km/h.
- Limpieza y orden en la obra.

7. EPIs


Del análisis de riesgos laborales realizados en esta Memoria de Seguridad y Salud, existen una serie de riesgos que se deben resolver con el empleo de equipos de protección individual (EPIs), cuyas especificaciones técnicas y requisitos establecidos para los mismos por la normativa vigente, se detallan en cada uno de los apartados siguientes.

7.1. Protección auditiva

7.1.1. Orejeras


Protector Auditivo : Orejeras	
Norma : EN 352-1	
Definición : Protector individual contra el ruido compuesto por un casquete diseñado para ser presionado contra cada pabellón auricular, o por un casquete circumaural previsto para ser presionado contra la cabeza englobando al pabellón auricular. Los casquetes pueden ser presionados contra la cabeza por medio de un arnés especial de cabeza o de cuello.	
Marcado : <ul style="list-style-type: none"> • Nombre o marca comercial o identificación del fabricante • Denominación del modelo • Delante/Detrás y Derecho/Izquierdo según casos • El número de esta norma. 	
Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 : <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado. • Declaración de conformidad. • Folleto informativo 	
Norma EN aplicable : <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN-352-1: Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 1 orejeras. • UNE-EN 458. Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento 	
Información destinada a los Usuarios : Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.	

7.1.2. Tapones

Protector Auditivo : Tapones	
Norma : EN 352-2	
Definición : <ul style="list-style-type: none"> • Protector contra el ruido llevado en el interior del conducto auditivo externo (aural), o en la concha a la entrada del conducto auditivo externo (semiaural): Tapón auditivo desechable: previsto para ser usado una sola vez. Tapón auditivo reutilizable: previsto para ser usado más de una vez. Tapón auditivo moldeado personalizado: confeccionado a partir de un molde de concha y conducto auditivo del usuario. Tapón auditivo unido por un amés: tapones unidos por un elemento de conexión semirígido. Marcado : <ul style="list-style-type: none"> • Nombre o marca comercial o identificación del fabricante • El número de esta norma • Denominación del modelo • El hecho de que los tapones sean desechables o reutilizables • Instrucciones relativas a la correcta colocación y uso • La talla nominal de los tapones auditivos (salvo en los moldeados y semiaurales). 	
Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 : <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado • Declaración de conformidad • Folleto informativo 	
Norma EN aplicable : <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN 352-2: Protectores auditivos. Requisitos de seguridad y ensayos. Parte 2: Tapones. • UNE- EN 458: Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento 	
Información destinada a los Usuarios : Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.	

7.2. Protección de la cabeza

7.2.1. Cascos de protección (para la construcción)

Protección de la cabeza : cascos de protección (usado en construcción)	
<p>Norma :</p> <p>EN 397</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elemento que se coloca sobre la cabeza, primordialmente destinada a proteger la parte superior de la cabeza del usuario contra objetos en caída. El casco estará compuesto como mínimo de un arnés y un arnés. • Los cascos de protección están previstos fundamentalmente para proteger al usuario contra la caída de objetos y las consecuentes lesiones cerebrales y fracturas de cráneo. <p>Marcado :</p> <ul style="list-style-type: none"> • El número de esta norma. • Nombre o marca comercial o identificación del fabricante. • Año y trimestre de fabricación • Denominación del modelo o tipo de casco (marcado tanto sobre el casco como sobre el arnés) • Talla o gama de tallas en cm (marcado tanto sobre el casco como sobre el arnés). • Abreviaturas referentes al material del casquete conforme a la norma ISO 472. <p>Requisitos adicionales (marcado) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • - 20°C o - 30°C (Muy baja temperatura) • + 150°C (Muy alta temperatura) • 440V (Propiedades eléctricas) • LD (Deformación lateral) • MM (Salpicaduras de metal fundido) 	
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado. • Declaración de Conformidad <p>Folleto informativo en el que se haga constar :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre y dirección del fabricante • Instrucciones y recomendaciones sobre el almacenamiento, utilización, limpieza y mantenimiento, revisiones y desinfección. • Las sustancias recomendadas para la limpieza, mantenimiento o desinfección no deberán poseer efectos adversos sobre el casco, ni poseer efectos nocivos conocidos sobre el usuario, cuando son aplicadas siguiendo las instrucciones del fabricante. • Detalle acerca de los accesorios disponibles y de los recambios convenientes. • El significado de los requisitos opcionales que cumple y orientaciones respecto a los límites de utilización del casco, de acuerdo con los riesgos. • La fecha o periodo de caducidad del casco y de sus elementos. • Detalles del tipo de embalaje utilizado para el transporte del casco. 	
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN 397: Cascos de protección para la industria. 	
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>	


7.3. Protección contra caídas

7.3.1. Arneses anticaídas

Protección contra caídas : Arneses anticaídas	
<p>Norma :</p> <p>EN 361</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> Dispositivo de prensión del cuerpo destinado a parar las caídas, es decir, componente de un sistema anticaídas. El amés anticaídas puede estar constituido por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta. <div style="text-align: center;">  </div> <p>Marcado :</p> <ul style="list-style-type: none"> Cumplirán la norma UNE-EN 365 Cada componente del sistema deberá marcarse de forma clara, indelible y permanente, mediante cualquier método adecuado que no tenga efecto perjudicial alguno sobre los materiales. Deberá disponer la siguiente información : <ul style="list-style-type: none"> Las dos últimas cifras del año de fabricación El nombre, marca comercial o cualquier otro medio de identificación del fabricante o del suministrador. El número de lote del fabricante o el número de serie del componente. Los caracteres de la marca de identificación deberán ser visibles y legibles. 	
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado CE expedido por un organismo notificado. Adopción por parte del fabricante de un sistema de garantía de calidad CE. Declaración de Conformidad. Folleto informativo. <p>Folleto informativo en el que se haga constar :</p> <ul style="list-style-type: none"> Especificación de los elementos de enganche del amés anticaídas que deben utilizarse con un sistema anticaídas, con un sistema de sujeción o de retención. Instrucciones de uso y de colocación del amés. Forma de engancharlo a un subsistema de conexión. 	
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> UNE-EN 361: EPI contra la caída de alturas. Arneses anticaídas. UNE-EN 363: EPI contra la caída de alturas. Sistemas anticaídas. UNE-EN 362: EPI contra la caída de alturas. Conectores. UNE-EN 364: EPI contra la caída de alturas. Métodos de ensayo. UNE-EN 365: EPI contra la caída de alturas. Requisitos generales para instrucciones de uso y marcado. 	
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>	

7.4. Protección de la cara y de los ojos

7.4.1. Protección ocular. Uso general

Protección de la cara y de los ojos : Protección ocular . Uso general	
<p>Norma :</p> <p>EN 166</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montura universal, Monturas integrales y pantallas faciales de resistencia incrementada para uso en general en diferentes actividades de construcción. <p>Uso permitido en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montura universal, montura integral y pantalla facial. <p>Marcado :</p> <p>A) En la montura :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del Fabricante • Número de la norma Europea : 166 • Campo de uso : Si fuera aplicable Los campos de uso son : <ul style="list-style-type: none"> - Uso básico : Sin símbolo - Líquidos : 3 - Partículas de polvo grueso : 4 - Gases y partículas de polvo fino : 5 - Arco eléctrico de cortocircuito : 8 - Metales fundidos y sólidos calientes : 9 • Resistencia mecánica : S Las resistencias mecánicas son : <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia incrementada : S - Impacto de partículas a gran velocidad y Alta energía : A - Impacto de partículas a gran velocidad y Media energía : B - Impacto de partículas a gran velocidad y Baja energía : F - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Alta energía : AT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Media energía : BT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Baja energía : FT • Símbolo que indica que está diseñado para cabezas pequeñas : H (Si fuera aplicable) - Símbolo para cabezas pequeñas : H • Máxima clase de protección ocular compatible con la montura : Si fuera aplicable <p>B) En el ocular :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase de protección (solo filtros) Las clases de protección son : <ul style="list-style-type: none"> - Sin número de código : Filtros de soldadura - Número de código 2 : Filtros ultravioleta que altera el reconocimiento de colores - Número de código 3 : Filtros ultravioleta que permite el reconocimiento de colores - Número de código 4 : Filtros infrarrojos - Número de código 5 : Filtro solar sin reconocimiento para el infrarrojo - Número de código 6 : Filtro solar con requisitos para el infrarrojo • Identificación del fabricante : • Clase óptica (salvo cubrefiltros) : Las clases ópticas son (consultar tablas en la normativa UNE-EN-166) : <ul style="list-style-type: none"> - Clase óptica : 1 (pueden cubrir un solo ojo) - Clase óptica : 2 (pueden cubrir un solo ojo) - Clase óptica : 3 (no son para uso prolongado y necesariamente deberán cubrir ambos ojos) • Símbolo de resistencia mecánica : S Las resistencias mecánicas son : <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia incrementada : S 	

<ul style="list-style-type: none"> - Impacto de partículas a gran velocidad y Alta energía : A - Impacto de partículas a gran velocidad y Media energía : B - Impacto de partículas a gran velocidad y Baja energía : F - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Alta energía : AT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Media energía : BT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Baja energía : FT <ul style="list-style-type: none"> • Símbolo de resistencia al arco eléctrico de cortocircuito : • Símbolo de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes : • Símbolo de resistencia al deterioro superficial de partículas finas : K (Si fuera aplicable) • Símbolo de resistencia al empañamiento : N (Si fuera aplicable) • Símbolo de reflexión aumentada : R (Si fuera aplicable) • Símbolo para ocular original o reemplazado : O <p>Información para el usuario : Se deberán proporcionar los siguientes datos :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre y dirección del fabricante • Número de esta norma europea • Identificación del modelo de protector • Instrucciones relativas al almacenamiento, uso y mantenimiento • Instrucciones relativas a la limpieza y desinfección • Detalles concernientes a los campos de uso, nivel de protección y prestaciones • Detalles de los accesorios apropiados y piezas de recambio, así como las instrucciones sobre el montaje. • Si es aplicable la fecha límite de uso o duración de la puesta fuera de servicio aplicable al protector y/o a las piezas sueltas. • Si es aplicable, el tipo de embalaje adecuado para el transporte. • Significado del marcado sobre la montura y ocular. • Advertencia indicando que los oculares de Clase Óptica 3 no deben ser utilizados por largos periodos de tiempo • Advertencia indicando que los materiales que entren en contacto con la piel del usuario puede provocar alergias en individuos sensibles. • Advertencia indicando que conviene reemplazar los oculares rayados o estropeados. • Advertencia de que los protectores oculares frente a impactos de partículas a gran velocidad llevados sobre gafas correctoras normales, podrían permitir la transmisión de impactos y, por tanto, crear una amenaza para el usuario. • Una nota indicando que si la protección frente a impactos de partículas a gran velocidad a temperaturas extremas, es requerida, el protector seleccionado debe ir marcado con una letra T inmediatamente después de la letra referida al tipo de impacto. En caso de no ir seguido por la letra T, el protector ocular solo podrá usarse frente a impactos de partículas a gran velocidad a temperatura ambiente.
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado. • Declaración de Conformidad • Folleto informativo
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN 166 : Protección individual de los ojos. Requisitos
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>

7.4.2. Protección ocular

Arco eléctrico y de cortocircuito

Protección de las cara y de los ojos : Protección ocular. Arco eléctrico y cortocircuito	
<p>Norma :</p> <p>EN 166</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pantallas faciales resistentes a Arco eléctrico y cortocircuitos. <p>Uso permitido en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montura integral. <p>Mercado :</p> <p>A) En la montura :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del Fabricante • Número de la norma Europea : 166 • Campo de uso : 8 Los campos de uso son : <ul style="list-style-type: none"> - Uso básico : Sin símbolo - Líquidos : 3 - Partículas de polvo grueso : 4 - Gases y partículas de polvo fino : 5 - Arco eléctrico de cortocircuito : 8 - Metales fundidos y sólidos calientes : 9 • Resistencia mecánica : Si fuera aplicable Las resistencias mecánicas son : <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia incrementada : S - Impacto de partículas a gran velocidad y Alta energía : A - Impacto de partículas a gran velocidad y Media energía : B - Impacto de partículas a gran velocidad y Baja energía : F - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Alta energía : AT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Media energía : BT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Baja energía : FT • Símbolo que indica que está diseñado para cabezas pequeñas : H (Si fuera aplicable) • Máxima clase de protección ocular compatible con la montura : Si fuera aplicable <p>B) En el ocular :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase de protección (solo filtros) : 2-1, 2 ó 3-1, 2 Las clases de protección son : <ul style="list-style-type: none"> - Sin número de código : Filtros de soldadura - Número de código 2 : Filtros ultravioleta que altera el reconocimiento de colores - Número de código 3 : Filtros ultravioleta que permite el reconocimiento de colores - Número de código 4 : Filtros infrarrojos - Número de código 5 : Filtro solar sin reconocimiento para el infrarrojo - Número de código 6 : Filtro solar con requisitos para el infrarrojo • Identificación del fabricante : • Clase óptica (salvo cubrefiltros) : • Símbolo de resistencia mecánica : Si fuera aplicable Las resistencias mecánicas son : <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia incrementada : S - Impacto de partículas a gran velocidad y Alta energía : A - Impacto de partículas a gran velocidad y Media energía : B - Impacto de partículas a gran velocidad y Baja energía : F - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Alta energía : AT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Media energía : BT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Baja energía : FT 	

<ul style="list-style-type: none"> • Símbolo de resistencia al arco eléctrico de cortocircuito :Si fuera aplicable • Símbolo de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes : Si fuera aplicable • Símbolo de resistencia al deterioro superficial de partículas finas : K (Si fuera aplicable) • Símbolo de resistencia al empañamiento : N (Si fuera aplicable) • Símbolo de reflexión aumentada : R (Si fuera aplicable) • Símbolo para ocular original o reemplazado : O <p>Información para el usuario : Se deberán proporcionar los siguientes datos :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre y dirección del fabricante • Número de esta norma europea • Identificación del modelo de protector • Instrucciones relativas al almacenamiento, uso y mantenimiento • Instrucciones relativas a la limpieza y desinfección • Detalles concernientes a los campos de uso, nivel de protección y prestaciones • Detalles de los accesorios apropiados y piezas de recambio, así como las instrucciones sobre el montaje. • Si es aplicable la fecha límite de uso o duración de la puesta fuera de servicio aplicable al protector y/o a las piezas sueltas. • Si es aplicable, el tipo de embalaje adecuado para el transporte. • Significado del marcado sobre la montura y ocular. • Advertencia indicando que los oculares de Clase Óptica 3 no deben ser utilizados por largos periodos de tiempo • Advertencia indicando que los materiales que entren en contacto con la piel del usuario puede provocar alergias en individuos sensibles. • Advertencia indicando que conviene reemplazar los oculares rayados o estropeados. • Advertencia de que los protectores oculares frente a impactos de partículas a gran velocidad llevados sobre gafas correctoras normales, podrían permitir la transmisión de impactos y, por tanto, crear una amenaza para el usuario. • Una nota indicando que si la protección frente a impactos de partículas a gran velocidad a temperaturas extremas, es requerida, el protector seleccionado debe ir marcado con una letra T inmediatamente después de la letra referida al tipo de impacto. En caso de no ir seguido por la letra T, el protector ocular sólo podrá usarse frente a impactos de partículas a gran velocidad a temperatura ambiente.
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado. • Declaración de Conformidad • Folleto informativo
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN 166 : Protección individual de los ojos. Requisitos.
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>



Polvo grueso

Protección de la cara y los ojos : Protección ocular. Polvo grueso	
<p>Norma :</p> <p style="text-align: center;">EN 166</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monturas integrales resistentes a polvo grueso. No se admiten monturas universales o pantallas faciales como protectores. <p>Uso permitido en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montura integral. <p>Marcado :</p> <p>A) En la montura :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del Fabricante • Número de la norma Europea : 166 • Campo de uso : 4 Los campos de uso son : <ul style="list-style-type: none"> - Uso básico : Sin símbolo - Líquidos : 3 - Partículas de polvo grueso : 4 - Gases y partículas de polvo fino : 5 - Arco eléctrico de cortocircuito : 8 - Metales fundidos y sólidos calientes : 9 • Resistencia mecánica : (Si fuera aplicable) Las resistencias mecánicas son : <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia incrementada : S - Impacto de partículas a gran velocidad y Alta energía : A - Impacto de partículas a gran velocidad y Media energía : B - Impacto de partículas a gran velocidad y Baja energía : F - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Alta energía : AT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Media energía : BT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Baja energía : FT • Símbolo que indica que está diseñado para cabezas pequeñas : H (Si fuera aplicable) • Máxima clase de protección ocular compatible con la montura : (Si fuera aplicable) <p>B) En el ocular :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase de protección (solo filtros) : • Identificación del fabricante : • Clase óptica (salvo cubrefiltros) : • Símbolo de resistencia mecánica : (Si fuera aplicable) Las resistencias mecánicas son : <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia Incrementada : S - Impacto de partículas a gran velocidad y Alta energía : A - Impacto de partículas a gran velocidad y Media energía : B - Impacto de partículas a gran velocidad y Baja energía : F - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Alta energía : AT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Media energía : BT - Impacto de partículas a gran velocidad y a extrema temperatura y a Baja energía : FT • Símbolo de resistencia al arco eléctrico de cortocircuito : • Símbolo de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes : 9 (Si fuera aplicable) • Símbolo de resistencia al deterioro superficial de partículas finas : K (Si fuera aplicable) • Símbolo de resistencia al empañamiento : N (Si fuera aplicable) • Símbolo de reflexión aumentada : R (Si fuera aplicable) • Símbolo para ocular original o reemplazado : O <p>Información para el usuario :</p> <p>Se deberán proporcionar los siguientes datos :</p>	



<ul style="list-style-type: none">• Nombre y dirección del fabricante• Número de esta norma europea• Identificación del modelo de protector• Instrucciones relativas al almacenamiento, uso y mantenimiento• Instrucciones relativas a la limpieza y desinfección• Detalles concernientes a los campos de uso, nivel de protección y prestaciones• Detalles de los accesorios apropiados y piezas de recambio, así como las instrucciones sobre el montaje.• Si es aplicable la fecha límite de uso o duración de la puesta fuera de servicio aplicable al protector y/o a las piezas sueltas.• Si es aplicable, el tipo de embalaje adecuado para el transporte.• Significado del marcado sobre la montura y ocular.• Advertencia indicando que los materiales que entren en contacto con la piel del usuario puede provocar alergias en individuos sensibles.• Advertencia indicando que los oculares de Clase Óptica 3 no deben ser utilizados por largos periodos de tiempo• Advertencia indicando que conviene reemplazar los oculares rayados o estropeados.• Advertencia de que los protectores oculares frente a impactos de partículas a gran velocidad llevados sobre gafas correctoras normales, podrían permitir la transmisión de impactos y, por tanto, crear una amenaza para el usuario.• Una nota indicando que si la protección frente a impactos de partículas a gran velocidad a temperaturas extremas, es requerida, el protector seleccionado debe ir marcado con una letra T inmediatamente después de la letra referida al tipo de impacto. En caso de no ir seguido por la letra T, el protector ocular solo podrá usarse frente a impactos de partículas a gran velocidad a temperatura ambiente.
Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 : <ul style="list-style-type: none">• Certificado CE expedido por un organismo notificado.• Declaración de Conformidad• Folleto informativo
Norma EN aplicable : <ul style="list-style-type: none">• UNE-EN 166 : Protección individual de los ojos. Requisitos.
Información destinada a los Usuarios : <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>

7.5. Protección de manos y brazos

7.5.1. Guantes de protección contra riesgos mecánicos de uso general


Protección de manos y brazos : Guantes de protección contra riesgos mecánicos	
<p>Norma :</p> <p>EN 388</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protección por igual : Guante que está fabricado con el mismo material y que está construido de modo que ofrezca un grado de protección uniforme a toda la superficie de la mano. • Protección específica : Guante que está construido para proporcionar un área de protección aumentada a una parte de la mano. <p>Pictograma : Resistencia a Riesgos Mecánicos (UNE-EN-420)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Propiedades mecánicas :</p> <p>Se indicarán mediante el pictograma y cuatro cifras :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Primera cifra : Nivel de prestación para la resistencia a la abrasión • Segunda cifra : Nivel de prestación para la resistencia al corte por cuchilla • Tercera cifra : Nivel de prestación para la resistencia al rasgado • Cuarta cifra : Nivel de prestación para la resistencia a la perforación <p>Marcado :</p> <p>Los guantes se marcarán con la siguiente información :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre, marca registrada o identificación del fabricante • Designación comercial del guante • Talla • Marcado relativo a la fecha de caducidad <p>Las marcas deberán ser duraderas y no se añadirán otras marcas o inscripciones que se confundan con las anteriores</p>	
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado. • Declaración de Conformidad. • Folleto informativo. 	
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN 388 : Guantes de protección contra riesgos mecánicos. • UNE-EN 420 : Requisitos generales para guantes. 	
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>	

7.5.2. Guantes de protección contra productos químicos

Protección de manos y brazos : Guantes de protección contra productos químicos	
<p>Norma :</p> <p>EN 374</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> El fin de los guantes de protección es el de aislar las manos y los brazos del contacto directo con productos químicos <p>Pictograma : Resistencia a Riesgos Químicos (UNE-EN-420)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Propiedades :</p> <p>Se indicarán además :</p> <ul style="list-style-type: none"> El nivel de inspección y de calidad aceptable (AQL) Índice de protección para cada producto químico <p>Marcado :</p> <p>Los guantes se marcarán con la siguiente información :</p> <ul style="list-style-type: none"> Nombre, marca registrada o identificación del fabricante Designación comercial del guante Talla Marcado relativo a la fecha de caducidad <p>Las marcas deberán ser duraderas y no se añadirán otras marcas o inscripciones que se confundan con las anteriores.</p>	
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado CE expedido por un organismo notificado. Adopción por parte del fabricante de un sistema de garantía de calidad CE. Declaración de Conformidad Folleto informativo 	
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> UNE-EN 374-1: Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Terminología y requisitos de prestaciones. UNE-EN 374-2: Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Determinación de la resistencia a la penetración. UNE-EN 374-3: Guantes de protección contra los productos químicos y los microorganismos. Determinación de la resistencia a la permeabilidad de los productos químicos. UNE-EN 420: Requisitos generales para guantes. UNE-EN 388: Guantes de protección contra riesgos mecánicos. 	
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>	



7.6. Protección de pies y piernas

7.6.1. Calzado de uso general

Protección de pies y piernas : Calzado de seguridad de uso profesional	
<p>Norma :</p> <p>EN 345</p>	
<p>Definición :</p> <ul style="list-style-type: none"> El calzado de protección para uso profesional es el que incorpora elementos de protección destinados a proteger al usuario de las lesiones que pudieran provocar los accidentes, en aquellos sectores de trabajo para los que el calzado ha sido concebido, y que está equipado por topes diseñados para ofrecer protección frente al impacto cuando se ensaye con un nivel de energía de 200 J. <p>Marcado :</p> <p>Cada ejemplar de calzado de seguridad se marcará con la siguiente información :</p> <ul style="list-style-type: none"> Nombre, marca registrada o identificación del fabricante Designación comercial Talla Marcado relativo a la fecha de fabricación (al menos el trimestre y año) El número de esta norma EN-345 Los símbolos correspondientes a la protección ofrecida o, donde sea aplicable la categoría correspondiente : <ul style="list-style-type: none"> - P : Calzado completo resistente a la perforación - C : Calzado completo resistencia eléctrica. Calzado conductor. - A : : Calzado completo resistencia eléctrica. Calzado antiestático. - HI : Calzado completo resistente a ambientes agresivos. Aislamiento frente al calor. - CI : Calzado completo resistente a ambientes agresivos. Aislamiento frente al frío. - E : Calzado completo. Absorción de energía en la zona del tacón. - WRU : Empeine. Penetración y absorción de agua. - HRO : Suela. Resistencia al calor por contacto. Clase : <ul style="list-style-type: none"> - Clase I : Calzado fabricado con cuero y otros materiales. - Clase II : Calzado todo de caucho (vulcanizado) o todo polimérico (moldeado) <p>Las marcas deberán ser duraderas y no se añadirán otras marcas o inscripciones que se confundan con las anteriores.</p>	
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Certificado CE expedido por un organismo notificado. Declaración de Conformidad Folleto informativo 	
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> UNE-EN 344-1: Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo. UNE-EN 344-2: Calzado de seguridad, calzado de protección y calzado de trabajo para uso profesional. Parte 2: Requisitos adicionales y métodos de ensayo. UNE-EN 346-1: Especificaciones para el calzado de protección de uso profesional. UNE-EN 346-2: Calzado de protección para uso profesional. Parte 2: Especificaciones adicionales. 	
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>	

7.7. Vestuario de protección

7.7.1. Vestuario de protección de alta visibilidad

Vestuario de protección : Vestuario de protección de alta visibilidad	
<p>Norma :</p> <p style="text-align: center;">EN 471</p>	
<p>Definición : Ropa de señalización destinada a ser percibida visualmente sin ambigüedad en cualquier circunstancia :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mono • Chaqueta • Chaleco I (reflectante a rayas horizontales) • Chaleco II (reflectante cruzado modo arnés) • Pantalón de peto • Pantalón sin peto • Peto • Arnés <p>Pictograma : Marcado en el producto o en las etiquetas del producto.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Propiedades : Se indicarán además del pictograma (ver norma UNE-EN-342 para detalle) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase de la superficie del material :X • Clase del material reflectante : Y <p>Marcado : Se marcará con la siguiente información :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nombre, marca registrada o identificación del fabricante • Designación comercial • Talla de acuerdo con la norma UNE-EN 340 • El número de norma : EN-471 • Nivel de prestaciones. • Instrucciones de como ponérsela o quitársela, usos, advertencias en caso de mal uso, etc. <p>Las marcas deberán ser duraderas y no se añadirán otras marcas o inscripciones que se confundan con las anteriores.</p>	
<p>Requisitos establecidos por el RD 1407/1992 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certificado CE expedido por un organismo notificado. • Declaración de Conformidad • Folleto informativo 	
<p>Norma EN aplicable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNE-EN 471 : Ropas de señalización de alta visibilidad • UNE-EN 340: Ropas de protección. Requisitos generales • UNE-ENV 343: Ropas de protección. Protección contra las intemperies. 	
<p>Información destinada a los Usuarios :</p> <p>Conforme establece la actual normativa, el epi será suministrado por el fabricante con un folleto informativo que deberá ir en el idioma español y en el cual se especifiquen las condiciones de utilización, empleo, características y mantenimiento del mismo.</p>	

8. Protecciones colectivas

Relación de medidas alternativas de protección colectiva cuya utilización está prevista en esta obra y que han sido determinadas a partir de la "Identificación y evaluación de riesgos con la valoración de la eficacia de la prevención adoptada" en las diferentes unidades de obra evaluadas de esta misma Memoria de Seguridad y Salud.

8.1. Vallado de obra

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Vallado del perímetro de la obra, según se establece en los planos de la obra. Se ejecutará directamente el vallado definitivo de la obra.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caída de personas al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repetitivos.
- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas.
- Exposición al ruido.
- Iluminación inadecuada.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

- El vallado de obra tendrá al menos 1.5 m. de altura.
- El vallado constará de accesos distintos para el personal y para la maquinaria o transportes necesarios en obra. Portón para acceso de vehículos de 4 m. de anchura y puerta independiente para acceso de personal.
- El vallado como medida de seguridad estará al menos a 2 metros de distancia de cualquier punto de trabajo, para evitar en caso de caída impactos sobre la construcción.

- Se prohibirá aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Se prohibirá el paso de personal por la entrada de vehículos.
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra.
- Se colocará a la entrada el cartel de obra con la señalización correspondiente.
- Cuando sea necesario transportar manualmente, durante las operaciones, una carga demasiado grande, se tendrá en cuenta:
 - a) Que no impida ver por encima o por los lados de la carga.
 - b) Los operarios no deberán realizar esfuerzos excesivos.
 - c) Examinarán la carga para asegurarse de que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.
- Limpieza y orden en la obra.

Equipos de protección individual (operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo
- Casco de seguridad.

8.2. Señalización

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Señales, indicadores, vallas y luces de seguridad utilizados en esta obra que indican, marcan la posición o señalizan de antemano todos los peligros.

En los planos que se adjuntan se especifica y detalla la posición de la señalización en la misma.

La señalización a utilizar en la obra está de acuerdo con principios profesionales, y se basa en los fundamentos de los códigos de señales, como son:

- 1) Que la señal sea de fácil percepción, visible, llamativa, para que llegue al interesado.
- 2) Que las personas que la perciben vean lo que significa. Letreros como PELIGRO, CUIDADO, ALTO, una vez leídos, cumplen bien con el mensaje de señalización, porque de todos es conocido su significado.

El primer fundamento anterior, supone que hay que anunciar los peligros que se presentan en la obra, como se está haciendo.

El segundo fundamento consiste en que las personas perciban el mensaje o señal, lo que supone una educación preventiva o de conocimiento del significado de esas señales.

Señalización en la obra

La señalización en la obra es compleja y variada, utilizándose:

1) Por la localización de las señales o mensajes:

- Señalización externa. Utilizamos por un lado la señalización adelantada, anticipada, a distancia. Indica que puede una persona encontrarse con el peligro adicional de una obra. Y por otro la señalización de posición, que marca el límite de la actividad edificatoria y lo que es interno o externo a la misma.
- Señalización interna. Para percepción desde el ámbito interno de la obra, con independencia de si la señal está colocada dentro o fuera de la obra.

2) Por el horario o tipo de visibilidad:

- Señalización diurna. Por medio de paneles, banderines rojos, bandas blancas o rojas, triángulos, vallas, etc.
- Señalización nocturna. A falta de la luz diurna, se utilizarán las mismas señales diurnas, pero buscando su visibilidad mediante luz artificial.

3) Por los órganos de percepción de la persona, o sentidos corporales, utilizamos los siguientes tipos de señalización:

- Señalización visual. Se compone en base a la forma, el color y los esquemas a percibir visualmente, como por ejemplo las señales de tráfico.
- Señalización acústica. Se basa en sonidos estridentes, intermitentes o de impacto. Los utilizamos en vehículos o máquinas mediante pitos, sirenas o claxon.
- Señalización táctil. Se trata de obstáculos blandos colocados en determinados puntos, con los que se tropieza avisando de otros peligros mayores, (Por ejemplo, cordeles, barandillas, etc.)

Medios principales de señalización de la obra

1) VALLADO: Dentro de esta obra se utilizarán vallados diversos, unos fijos y otros móviles, que delimitan áreas determinadas de almacenaje, circulación, zonas de evidente peligro, etc. El vallado de zonas de peligro debe complementarse con señales del peligro previsto.

2) BALIZAMIENTO: Se utilizará en esta obra para hacer visibles los obstáculos u objetos que puedan provocar accidentes. En particular, se usará en la implantación de pequeños trabajos temporales como para abrir un pozo, colocar un poste, etc.

3) SEÑALES: Las que se utilizarán en esta obra responden a convenios internacionales y se ajustan a la normativa actual. El objetivo es que sean conocidas por todos.

4) ETIQUETAS: En esta obra se utilizarán las señales que se estimen oportunas, acompañadas con frases que se pueden redactar en colores distintos, llamativos, que especifiquen peligros o indicaciones de posición o modo de uso del producto contenido en los envases.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Quemaduras.
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
- Golpes o cortes por manejo de chapas metálicas.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

- La señalización de seguridad complementará, pero no sustituirá nunca a las medidas de prevención adoptadas en la obra.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales que puedan dar lugar a confusión.
- Las señales serán de tamaño y dimensiones tales que permitan su clara visibilidad desde el punto más alejado desde el que deban ser vistas.
- Si tienen que actuar los trabajadores personalmente dirigiendo provisionalmente el tráfico o facilitando su desvío, se procurará principalmente que:
 - a) Sean trabajadores con carné de conducir.
 - b) Estén protegidos con equipos de protección individual, señales luminosas o fluorescentes, de acuerdo con la normativa de tráfico.
 - c) Utilicen prendas reflectantes según UNE-EN-471
 - d) Se sitúen correctamente en zonas iluminadas, de fácil visibilidad y protegidas del tráfico rodado.
- Las tuberías por las que circulan flujos peligrosos estarán identificadas y señalizadas, para evitar errores o confusiones.
- La señalización deberá permanecer mientras exista la situación que motiva su colocación.
- Una vez finalizada la obra, se sustituirá la señalización provisional de obra por la señalización definitiva de viales.
- Retirada de sobras de materiales, herramientas y restos de obra no colocados (piezas rotas, envoltorios, palets, etc.).
- Deberán realizarse periódicamente revisiones de la señalización, para controlar el buen estado y la correcta aplicación de las mismas

- Las señales serán retiradas cuando deje de existir la situación que las justificaba.

Equipos de protección individual (operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Ropa de trabajo
- chaleco reflectante.
- Guantes de cuero.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.

8.3. Redes

8.3.1. Red de seguridad para uso horizontal

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

La red de seguridad para uso horizontal está destinada a evitar la caída de operarios y materiales por los huecos de cubierta.

Se colocará en esta obra por considerarse que desde el punto de vista de la seguridad es la más conveniente.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

A) Criterios de utilización de las redes en esta obra:

a) Redes horizontales

- Las cuerdas laterales estarán sujetas fuertemente a los estribos embebidos en el forjado.
- Las cuerdas perimetrales estarán sujetas fuertemente mediante ganchos a los puntales del encofrado y aproximadamente a un metro por debajo del propio forjado, cubriendo toda la superficie de encofrado.
- El anclaje de los soportes a la obra puede hacerse de las siguientes maneras:
 - a.1 Para las operaciones de encofrado, ferrallado, hormigonado y desencofrado en las estructuras de hormigón armado, la red se sujetará a un soporte metálico, que a su vez se fija a la estructura del edificio.
 - a.2 Para el montaje de estructuras metálicas y cubiertas, la red ira colocada en estructura metálica debajo de las zonas de trabajo.
- La puesta en obra de la red debe hacerse de manera práctica y fácil.
- La cuerda perimetral de la red debe recibir en diferentes puntos, aproximadamente cada metro, los medios de fijación o soportes previstos para la puesta en obra de la red y deberá estar obligatoriamente conforme a la legislación vigente y ser de un material de características análogas al de la red que se utiliza.
- La red se fijará a los soportes desde diversos puntos de la cuerda límite o perimetral, con la ayuda de estribos adecuados, u otros medios de fijación que ofrezcan las mismas garantías, tal como tensores, mosquetones con cierre de seguridad, etc.
- Esta protección colectiva se emplea en la fase de estructura para proteger las caídas de personas a distinto nivel.
- La red será de poliamida, de 100 x 100 mm.
- La cuerda perimetral de seguridad será como mínimo de 10 mm. y los módulos de red serán atados entre si con cuerda de poliamida o poliéster como mínimo de 3 mm.

B) Puesta en obra y montaje:

- Revisión de redes, soportes y accesorios: En primer lugar, se debe comprobar que el tipo y calidad de la red (material, luz de malla, diámetro de la cuerda, etc.), soportes y accesorios son los elegidos y vienen completos.
- Se comprobará el estado de la red (posibles roturas, empalmes o uniones, y resistencia), el de los soportes (deformaciones permanentes, corrosión y pintura) y el de los accesorios (lo citado según cuerdas o metálicos). También se deberá comprobar si los anclajes de la estructura están en condiciones para el montaje.
- Almacenamiento en la obra hasta su montaje: Las redes deben almacenarse bajo cubierto, si es posible en envoltura opaca (si no están envueltas no deben colocarse sobre el suelo) y lejos de fuentes de calor.

- Los soportes y elementos metálicos deben colocarse en lugares en que no puedan sufrir golpes ni deterioros por otros materiales y protegidos contra la humedad. Los pequeños accesorios deben estar en cajas.
- Previsión de equipos de protección individual y andamios auxiliares a emplear en el montaje. El montaje suele implicar un trabajo al borde del vacío por lo que se preverán los arneses de seguridad necesarios para los montadores, con el largo de cuerda adecuado, así como los puntos o zonas de anclaje de los mismos, de forma que se evite en todo momento la caída libre. Asimismo, se tendrán previstos y dispuestos, en su caso, los andamios auxiliares de puesta en obra de los soportes.
- Las redes sólo podrán ser montadas o modificadas sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos:
 - a) La comprensión del plan de montaje o transformación de la red.
 - b) La seguridad durante el montaje o la transformación de la red.
 - c) Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
 - d) Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad de la red.
 - e) Las condiciones de carga admisible.
 - f) Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje y transformación.
- Una vez finalizada la colocación, debe ser revisado, al menos en sus aspectos fundamentales: soportes, anclajes, accesorios, red, uniones, obstáculos, ausencia de huecos, etc.

C) Revisiones y pruebas periódicas:

Después de cada movimiento de las redes debe revisarse la colocación de sus distintos elementos y uniones, comprobándose, además, la ausencia de obstáculos y huecos. Dada la variable degradación que sufren las redes a causa de su utilización, conviene realizar, si es posible, al menos lo siguiente:

- c.1 Recabar del fabricante o suministrador la duración estimada para el tipo de red concreto y, si dispone de datos en el ambiente y zona en que se está utilizando la red.
- c.2 La recopilación, por parte del usuario, de datos reales de duración en otras obras puede ser un excelente complemento del punto anterior.

- Revisiones después de recibir impactos próximos al límite de uso:

Después de un impacto de energía próxima al límite admisible, se debe comprobar el estado de la red (rotura de cuerdas, de nudos, deformación y fecha permanente) y el de los soportes,

anclajes y accesorios (roturas, deformaciones permanentes, grietas en soldaduras). Si se encuentra alguno de los defectos citados se estudiará su posible reparación siempre que se garanticen las condiciones mínimas exigidas.

- Limpieza de objetos caídos sobre la red:

Los objetos o materiales que caen normalmente sobre la red deben ser retirados con la frecuencia que se requiera, según los casos, de forma que nunca impliquen un riesgo para las personas que pudieran caer, un daño a la propia red o una sobrecarga excesiva permanente sobre la misma.

D) Operaciones de desmontaje:

- Las redes sólo podrán ser desmontadas bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, y por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos

a) La comprensión del plan de desmontaje o transformación de la red.

b) La seguridad durante el desmontaje o la transformación de la red.

c) Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.

d) Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad de la red.

e) Las condiciones de carga admisible.

f) Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.

- Debe procederse en sentido inverso al montaje, utilizando siempre la protección personal.
- Almacenamiento en obra hasta su transporte al almacén. Se debe realizar en condiciones similares a las que se utilizaron en la llegada de las redes. Las redes se empaquetarán, limpiándolas previamente de los objetos que hayan quedado retenidos entre las mallas.
- Transporte en condiciones adecuadas. El transporte a otra obra o al almacén debe realizarse de forma que las redes no sufran deterioro por enganchones o roturas y que los soportes no se deformen, sufran impactos o esfuerzos inadecuados. Los pequeños accesorios deben transportarse en cajas para evitar pérdidas.
- Conviene que las redes de protección vayan de la obra al almacén y no directamente a otra obra, para que puedan ser sometidas a una revisión a fondo todos sus elementos.

E) Almacenamiento y mantenimiento:

- Una vez las redes en el almacén, debe procederse a la detallada revisión de los elementos textiles y metálicos, realizándose, en su caso, las reparaciones necesarias. Caso de que no sea posible la reparación en condiciones que garanticen la función protectora a que están destinadas, deben desecharse.
- Los elementos metálicos que hayan sido utilizados en obra y que no lleven otra protección anticorrosiva, deben pintarse al menos una vez cada año. Todos los elementos se almacenarán al abrigo de la intemperie. Las redes estarán, además, fuera del alcance de la luz y de fuentes de calor, limpias de objetos, sin contacto directo con el suelo y en zonas con el menor grado posible de humedad.

Equipos de protección individual (operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo.

8.4. Cable fiador de seguridad

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Los cables fiadores de seguridad se utilizarán como medio de seguridad para evitar las caídas.

Una vez montados en la obra y antes de su utilización, serán examinados y probados con vistas a la verificación de sus características y a la seguridad del trabajo de los mismos.

Estas pruebas se repetirán cada vez que éstos sean objetos de traslado, modificaciones o reparaciones de importancia.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

- El cable empleado será de buena calidad y resistencia adecuada.
- El cable fiador será instalado por personal cualificado para ello.
- No deben trabajar a una carga superior a 1/8 de su resistencia a la rotura.
- Se instruirá al personal sobre su utilización y sus riesgos.
- Los cables habrán de ser de fabricantes de reconocida solvencia.
- Las empresas usuarias de las instalaciones ofrecerán garantía respecto al buen funcionamiento, conservación y adecuación de todos los mecanismos y elementos del conjunto, empleo a este objeto del personal competente y seguridad de los propios trabajadores. Las oportunas autorizaciones serán solicitadas por las empresas usuarias de las instalaciones, justificando los mencionados extremos, de la Dirección General de Trabajo, la cual resolverá con los asesoramientos convenientes.
- En los trabajos excepcionales se tomarán medidas especiales para asegurar a los trabajadores contra los peligros de la rotura eventual de los cables.
- Queda prohibido el empleo de cables y cuerdas empalmadas, así como el de cables y cadenas que tengan un lazo o nudo.
- Podrá efectuarse el empalme de cables metálicos en instalaciones utilizadas únicamente para materiales cuando sea de necesidad en razón a la gran longitud de los mismos o en otros casos excepcionales, siempre que las operaciones de empalme sean realizadas en debida forma por personal especializado; que la resistencia del empalme no resulte inferior a la del cable, y que la empresa usuaria de la instalación ofrezca garantías suficientes en lo que se refiere a la seguridad de los trabajadores.
- El cable fiador se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).
- Limpieza y orden en la obra.

Equipos de protección individual (operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Casco de seguridad.
- Arnés de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.

8.5. Eslingas de seguridad

Operaciones a desarrollar previstas en el proyecto:

Las eslingas de seguridad, las utilizaremos como accesorios de elevación, los cuales deberán estar marcados de forma que se puedan identificar las características esenciales para un uso seguro.

Identificación de riesgos (operaciones de utilización, montaje, desmontaje y mantenimiento)

- Caída de personas al mismo nivel.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles.
- Sobreesfuerzos o posturas inadecuadas.
- Caída de materiales en manipulación.
- Golpes y cortes por objetos o materiales.
- Pisadas sobre objetos.

Medidas preventivas y protecciones técnicas adoptadas, tendentes a controlar y reducir los riesgos anteriores

Medidas preventivas:

- En los trabajos en altura es preceptivo el arnés de seguridad para el que se habrán previsto puntos fijos de enganche en la estructura con la necesaria resistencia.
- Los accesorios de elevación deberán seleccionarse en función de las cargas que se manipulen, de los puntos de presión, del dispositivo del enganche y de las condiciones atmosféricas, y teniendo en cuenta la modalidad y la configuración del amarre. Los ensamblajes de accesorios de elevación estarán marcados para que el usuario conozca sus características.
- Los accesorios de elevación deberán almacenarse de forma que no se estropeen o deterioren.
- Los cables no deberán llevar ningún empalme, ni lazo salvo en sus extremos.
- Los cables o abrazaderas de fibra textil no llevarán ningún empalme, lazo o enlace, salvo en el extremo del eslingado o en el cierre de una eslinga sin fin.
- Los órganos de prensión deberán diseñarse y fabricarse de forma que las cargas no puedan caer repetidamente.
- Cada longitud de cadena, cable o abrazadera de elevación que no forme parte de un todo deberá llevarán marca o, si ello fuera posible, una placa o una anilla inamovible con las

referencias del fabricante y la identificación de la certificación correspondiente. La certificación incluirá las indicaciones mínimas siguientes:

- a) Nombre del fabricante o representante legal en la Comunidad Económica Europea.
 - b) El domicilio en la Comunidad Económica Europea del fabricante o representante legal.
 - c) La descripción de la cadena o cable (dimensiones nominales, fabricación, el material usado para la fabricación, cualquier tratamiento metalúrgico especial a que haya sido sometido el material.
 - d) La carga máxima en servicio que haya de soportar la cadena o el cable.
- Las eslingas, cadenas y cables deben cepillarse y engrasarse periódicamente.
 - Las eslingas, cadenas y cables no deben abandonarse en el suelo para que no provoquen caídas.
 - Las eslingas, cadenas y cables no deben abandonarse en el suelo para evitar que la arena, grava, etc. penetren entre los hilos.
 - Evitar dejar las eslingas, cadenas y cables a la intemperie.
 - Las eslingas, cadenas y cables se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
 - El gancho de grúa que sustente las eslingas, cadenas y cables, será de acero normalizado dotados con pestillo de seguridad.
 - Se prohibirá la circulación bajo cargas suspendidas.
 - Se prohibirá en esta obra, la suspensión o transporte aéreo de personas mediante las eslingas, cadenas y cables.
 - Se paralizarán los trabajos de transporte de materiales con la batea suspendida de la grúa en esta obra, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60Km/h.
 - Limpieza y orden en la obra.

Equipos de protección individual (operaciones de montaje, desmontaje y mantenimiento):

- Guantes de cuero.
- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.

9. Pliego de condiciones

9.1. Disposiciones legales de aplicación

Toda la normativa que viene referenciada a continuación será de obligado cumplimiento, estas disposiciones siguen un orden cronológico y no una ordenación dada por su importancia o categoría legal. Junto a las normas que constituyen el marco legal actual, tras la promulgación de la Ley de Prevención, se incluyen un amplio conjunto de normas de prevención laboral que, si bien de forma desigual y a veces dudosa, permanecen vigentes en alguna parte de sus respectivos textos.

También deben ser consideradas otras normas de carácter preventivo con origen en otros Departamentos ministeriales, especialmente del Ministerio de Industria, y con diferente carácter de aplicabilidad, ya como normas propiamente dichas, ya como referencias técnicas de interés. Por lo tanto, serán de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Constitución Española, en su Artículo 40.
- ORDEN de 31 de enero 1940, del Ministerio de Trabajo. Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Capítulo VII. Andamios.
- O. M. de 28 de agosto de 1970 sobre la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (B.O.E. 09-09-70), utilizable como referencia técnica, en cuanto no haya resultado mejorado, especialmente en su capítulo XVI, excepto las Secciones Primera y Segunda, por remisión expresa del Convenio General de la Construcción, en su Disposición Final Primera.2.
- O. M. de 9 de marzo de 1971, del Ministerio de Trabajo. Ordenanza General de Seguridad e Higiene el Trabajo. (B.O.E. de 16 y 17 de marzo de 1971). Vigente el capítulo 6 del título II.
- Homologación de medios de protección personal de los Trabajadores (O. M. 17-5-74) (B. O. E. 29-5-74). - ORDEN de 23 de mayo de 1977, por la que se aprueba el Reglamento de Aparatos Elevadores para obras. (B.O.E. nº 141 del 14-6-77).
- R. D. 1244/1979 de 4 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión. (B.O.E. nº 128 del 29/5/1979). Corrección de errores en B.O.E. nº 155 del 28/6/1979.
- R. D. 507/1982 de 15 de enero, por el que se modifican los artículos sexto y séptimo del Reglamento de Aparatos a Presión. (B.O.E. nº 61 del 12/03/82).
- R. D. 2291/1985 de 8 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención (B.O.E. nº 296 del 11-12-85).
- O. M. de 31 de agosto de 1987 por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza de Obras Fijas en vías Fuera de Poblado. (B.O.E. nº 224 del 18-09-87).
- R. D. 474/1988, de 30 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 84/528/CEE sobre aparatos elevadores y de manejo mecánico. (B.O.E. nº 121 del 20/5/1988).

- R. D. 833/1988 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de residuos tóxicos y peligrosos. (B.O.E. nº 182 del 30/06/88).
- R. D. 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al Ruido durante el trabajo (B.O.E. 02-11-89)
- R. D. 1504/1990 de 23 de noviembre, por el que se modifican determinados artículos del Reglamento de Aparatos a Presión (B.O.E. nº 285 publicado el 28/11/90). Corrección de errores B.O.E. nº 21 del 24/1/91).
- LEY 21/1992 de 16 de julio, de Industria. (B.O.E. nº 176 del 23/07/92).
- R. D. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual. (B.O.E. nº 311 del 28-12-92). Corrección de errores: B.O.E nº 47 del 24/2/1993.
- R. D. 1435/1992, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas (B.O.E. nº 297 de 11-12-92).
- R. D. 1942/1993 de 5 de Noviembre, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios. (B.O.E. nº 298 del 14-12-93).
- R. D. 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. (B.O.E. nº 33 del 08-02-95).
- R. D. 159/1995 de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual (B.O.E. nº 57 del 08/03/95). Corrección de errores: B.O.E. nº 69 de 22/03/95.
- R. D. 363/1995 de 10 de marzo, por el que se regula la Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas. (B.O.E. nº 133 del 05/06/95).
- R. D. L. 1/95 de 24 de Marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- LEY 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B. O. E. nº 269 del 10-11-95). Modificaciones en la ley 50/1998, de 30 de Diciembre.
- R. D. 39/1997 de 17 de Enero, desarrollado por la Orden de 27 de Junio por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. 31-01-97).
- R. D. 485/1997 de 14 de abril, Reglamento sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (B.O.E. 23-04-97).
- R. D. 486/1997 de 14 de abril, Reglamento sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (excepto construcción) (B.O.E. 23-04-97).

- R. D. 487/1997 de 14 de abril, Reglamento sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (B.O.E. 23-04-97).
- R. D. 488/1997, de 14 de abril, Reglamento sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (B.O.E. 23-04-97).
- R. D. 664/1997 de 12 de mayo, Reglamento de Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición de agentes biológicos durante el trabajo (B.O.E. 24-05-97).
- R. D. 665/1997 de 12 de mayo, Reglamento de Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo (B.O.E. nº 124 del 24-05-97).
- R. D. 773/1997 de 30 de mayo, Reglamento sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (B.O.E. nº 140 del 12-06-97).
- R. D. 949/1997 de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- R. D. 952/1997 de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio. (B.O.E. nº 160 del 05-06-97).
- O. M. de 27 junio de 1997, Desarrollo del Reglamento de los servicios de Prevención (B.O.E. 04-07-97).
- R. D. 1215/1997 de 18 de julio, Reglamento sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (B.O.E. 07-08-97).
- R. D. 1389/1997, de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras. (B.O.E. nº 240 del 07-10-97).
- R. D. 1627/1997 de 24 de octubre, Reglamento sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de Construcción (B.O.E. 25-10-97).
- R. D. 230/1998 de 16 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Explosivos. (B.O.E. nº 61 del 12-03-98).
- ORDEN de 25 de marzo de 1998, Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (corrección de errores del 15 de abril).
- LEY 10/1998 de 21 de abril, de Residuos. (B.O.E. nº 96 del 22-04-98).
- R. D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención. (B.O.E. 01-05-98).
- R. D. 216/1999 de 5 de febrero, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

- R. D. 374/2001 de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. (B.O.E. nº 104 de 01-05-01).
- R. D. 379/2001 de 6 de abril, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7. (B.O.E. nº 112 del 10/05/01). Corrección de errores: B.O.E nº 251 de 19/10/01.
- R. D. 614/2001 de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. (B.O.E. nº 148 de 21-06-01).
- R. D. 212/2002 de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (B.O.E. nº 52 del 01/03/02).
- R. D. 842/2002 de 2 de agosto, Reglamento electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC BT 01 a ITC BT 51. (B.O.E nº 224 de 18-09-02).
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. (B.O.E. nº 298 de 13-12-03). R. D. 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R. D. 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. (B.O.E. nº 274 de 13-11-04).
- R. D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. (B.O.E. nº 265 de 05-11-05).
- R. D. 314/2006 de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (B.O.E. nº 74 del 28-03-06).
- R. D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. (B.O.E. nº 60 de 11- 03-06).
- R. D. 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto. (B.O.E. nº 86 de 11-04-06).
- R. D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (B.O.E. nº 127 de 29-05-06).
- LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción. (B.O.E. nº 250 de 19-10-06).

- R. D. 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- R. D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (B.O.E. nº 68 del 19-03-08).
- Código de la circulación vigente.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción vigente.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Fomento, aplicables en función de las unidades de obra o actividades correspondientes.

9.2. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega. Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente) será desechado y repuesto al momento. Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

9.2.1. Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O. M. 17-5-74) (B. O. E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado. Asimismo, se seguirán las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual que contiene el R. D. 773/1997 de 30 de mayo. En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

9.2.2. Protecciones colectivas

Vallas autónomas de limitación y protección.

Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos, dispondrán de patas para mantener su verticalidad.

Topes de desplazamiento de vehículos.

Se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz. Interruptores diferenciales y tomas de tierra.

La sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será para el alumbrado de 30 mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de 24 V.

Se medirá su resistencia periódicamente y, al menos, en la época más seca del año.

Extintores. Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo de incendio previsible, y se revisarán cada 6 meses como máximo.

Medios auxiliares de topografía. Estos medios tales como cintas, jalones, miras, etc., serán dieléctricos, dado el riesgo de electrocución por las líneas eléctricas o catenarias de ferrocarril.

Pórticos limitadores de gálibo. Dispondrán de dintel debidamente señalizado.

9.2.3. Servicios de prevención

9.2.3.1. Servicio técnico de seguridad y salud

La empresa constructora dispondrá de un servicio técnico de asesoramiento en seguridad y salud.

9.2.3.2. Servicio médico

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

9.2.4. Vigilante de seguridad y comité de seguridad y salud

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en el Trabajo. Se constituirá el Comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de Construcción o, en su caso, lo que disponga el Convenio Colectivo provincial. Se celebrarán reuniones mensuales de Seguridad y Salud.

9.2.5. Instalaciones médicas

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

9.2.6. Libro de incidencias

En la oficina principal de la obra, o en el punto que determine la Administración, existirá un libro de incidencias habilitado al efecto. De acuerdo al Real Decreto 1627/1997, podrán hacer anotaciones en dicho libro:

- La Dirección Facultativa.
- Los representantes del Contratista, Subcontratista y Trabajadores autónomos.
- Los representantes de los trabajadores.
- Los Técnicos de Gabinetes Provinciales de Seguridad y Salud.
- Los miembros del Comité de Seguridad.

Únicamente se podrán hacer anotaciones relacionadas con la inobservancia de las instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud.

El Coordinador o, en su caso, la Dirección Facultativa, enviará en un plazo de 24 horas cada una de las copias a los destinatarios previstos en el Artículo 13 del R. D. 1627/1997.

10. Medidas de Emergencia: Plan de Emergencia

10.1. Normativas de aplicación

En esta obra, se cumplirán las medidas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/97 Parte A, y concretamente:

- Punto 4. Vías y salidas de emergencia:
 - a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
 - b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
 - c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.

d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

e) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

f) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

- Punto 5. Detección y lucha contra incendios:

a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes, así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

b) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

c) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

- Punto 14. Primeros auxilios:

a) Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

b) Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

c) Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

d) En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencias.

10.2. Medios de protección

10.2.1. Medios técnicos

A) MEDIOS MATERIALES DE EXTINCIÓN:

La obra dispone de los siguientes medios de extinción de incendios:

- Extintores de incendios

B) MEDIOS EXTERNOS DE EXTINCIÓN:

Los medios externos se solicitan al TELÉFONO DE EMERGENCIA 112.

C) TELÉFONOS DE EMERGENCIA:

Emergencias: 112

Guardia Civil Castellón de la plana: 964 22 46 00

Bomberos Castellón de la plana: 964 35 96 06

Hospital General de Castellón de la plana: 964 72 50 00

10.3. Plan de actuación

10.3.1. Planes de actuación

10.3.1.1. Procedimientos de salvamento

Caída a red de seguridad horizontal

Equipamiento de salvamento:

Se deberá disponer en la obra de cuerdas para salvamento, con el objeto de poder ser arrojado al accidentado en caso necesario y proceder a su salvamento.

Actuaciones para el salvamento:

En este tipo de Redes, el accidentado permanece sobre la Red horizontal por debajo del nivel de trabajo y con riesgo relativo de caerse si trata de realizar movimientos inadecuados o actúa precipitadamente.

1º- Observar el estado del accidentado, para actuar en consecuencia:

Estado del accidentado crítico:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Avisar a los equipos de Emergencia (Bomberos, Ambulancia, etc.) indicando claramente el suceso y el estado en que se encuentra.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva.
- Asegurarse de que el estado de la red permite soportar el peso del accidentado. Si presenta fracturas en la columna o cuello, es conveniente no moverlo y esperar que los servicios de rescate lo extraigan. Si presenta.
- heridas sangrantes o fracturas en otros miembros, deberá ser rescatado inmediatamente siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.
- Si hace viento frío, lluvia, nieve o existe peligro de caída de objetos sobre el accidentado deberá en cualquier caso rescatarse siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.

Estado del accidentado leve:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva hasta que procedamos a su rescate siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.

2º- Proceder a su rescate siguiendo el orden siguiente:

- Evitar que los compañeros actúen en el rescate de modo impulsivo y por su cuenta.
- Aproximarse al borde del encofrado del forjado que quede más próximo al accidentado.
- Evite que la gente alarme al accidentado con sus voces o sugerencias, ya que puede afectar a su estado y le puede hacer actuar irresponsablemente.
- Si el estado del accidentado lo permite, lanzarle un cabo de salvamento y tirando de modo progresivo del mismo, ir acercando al accidentado hacia el borde.
- Ayudar con las manos a que el accidentado salga de la red y acceda a superficie estable.
- Una vez a salvo, comprobar el estado de la red, con el objeto de sustituirla si fuera necesario antes de continuar con las actividades.

3º- Actúe después del salvamento siguiendo estas instrucciones:

- Si el accidentado presenta heridas, lesiones, fracturas, taquicardia, palpitaciones, dolor de pecho o cualquier otro síntoma deberá ser trasladado de inmediato a un centro médico para su reconocimiento.

- Aprovechar el efecto sociológico beneficioso de protección, provocado por la red en el incidente, para sacar la máxima rentabilidad preventiva de la experiencia sobre el equipo humano de la obra.

Caída con arnés de seguridad

Equipamiento de salvamento:

Se deberá disponer en la obra de cuerdas para salvamento, con el objeto de poder ser arrojado al accidentado para proceder a su salvamento.

Actuaciones para el salvamento:

Cuando un trabajador con arnés de seguridad queda colgado tras sufrir un percance, presenta problemas de salvamento, ya que el accidentado permanece en posición colgado pudiendo quedar a cierta distancia de un punto accesible del forjado con posibilidades de rescate y con riesgo de golpearse contra partes salientes de los paramentos si trata de realizar movimientos inadecuados o actúa precipitadamente.

1º- Observar el estado del accidentado, para actuar en consecuencia: Estado del accidentado crítico:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Avisar a los equipos de Emergencia (Bomberos, Ambulancia, etc.) indicando claramente el suceso y el estado en que se encuentra.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva.
- Asegurarse de que el estado del arnés permite soportar el peso del accidentado. Si presenta fracturas en la columna o cuello, reventones de bazo, etc. Es conveniente no moverlo y esperar que los servicios de rescate lo extraigan. Si presenta heridas sangrantes o fracturas en otros miembros, deberá ser rescatado inmediatamente siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.
- Si hace viento frío, lluvia, nieve o existe peligro de caída de objetos sobre el accidentado deberá en cualquier caso rescatarse siguiendo las instrucciones que se indican más abajo.

Estado del accidentado leve:

- Mantener la calma a su alrededor.
- Calmar al accidentado y tratar de que no se mueva hasta que procedamos a su rescate siguiendo las instrucciones que se indica más abajo.

2º- Proceder a su rescate siguiendo el orden siguiente:

- Evitar que los compañeros actúen en el rescate de modo impulsivo y por su cuenta.
- Aproximarse al borde del forjado que quede más próximo al accidentado.
- Retirar las barandillas si las hay. Deberá necesariamente utilizar un arnés de seguridad y sujetarse a un punto fijo o línea de vida.
- Evitar que la gente alarme al accidentado con sus voces o sugerencias, ya que puede afectar a su estado y le puede hacer actuar irresponsablemente.
- Si el estado del accidentado lo permite, se le lanzará un cabo de salvamento y tirando de modo progresivo del mismo y en sentido dirigido hacia el forjado más cercano al rescate, ir acercando al accidentado. En caso contrario deberá ser lazado por los brazos, con objeto de acercarlo.
- Ayudar con las manos a que el accidentado acceda al forjado.
- Una vez a salvo, comprobar el estado del arnés y línea de vida, con el objeto de sustituirla si fuera necesario antes de continuar con las actividades.

3º- Actúe después del salvamento siguiendo estas instrucciones:

- Si el accidentado presenta heridas, lesiones, fracturas, taquicardia, palpitaciones, dolor de pecho, dolor de bazo o cualquier otro síntoma deberá ser trasladado de inmediato a un centro médico para su reconocimiento.
- Aprovechar el efecto sociológico beneficioso de protección, provocado por la red en el incidente para sacar la máxima rentabilidad preventiva de la experiencia sobre el equipo humano de la obra.

10.3.1.2. Actuaciones específicas

Actuaciones en caso de asfixia

La asfixia es la falta de oxígeno necesario para vivir. Las causas más frecuentes son:

- 1) Obstrucción de las vías respiratorias superiores (ahogamiento, cuerpos extraños, etc.).
- 2) Paro de los movimientos respiratorios.
- 3) Paro de los movimientos cardíacos.
- 4) Inhalación de gases tóxicos (óxido de carbono, grisú, etc.).

Conducta a seguir

- Suprimir el obstáculo externo (cuerpo extraño, dentadura postiza, etc.).
- Liberar las vías respiratorias inclinando la cabeza hacia atrás.
- Si el tórax y el abdomen no se mueven, y la cara está azulada o morada hay que practicar la respiración artificial.
- Si, además, la pupila está dilatada y no se palpa el pulso carotídeo debe efectuarse masaje cardíaco.
- Para realizar el masaje cardíaco, el lesionado debe estar sobre una superficie dura.
- En caso de asfixia por gas tóxico, primero hay que evacuar al herido e impedir que se acerque la gente a la zona de origen.

La reanimación debe ser:

- a) Urgente e inmediata, al ser posible en el mismo lugar.
- b) Sin interrupción, hasta que el lesionado respire por sí mismo o hasta que trasladado, se hagan cargo de él en un centro asistencial especializado.

Existen diversos métodos de reanimación en caso de asfixia. Se deberá practicar aquel en el que lo vaya a practicar, tenga más confianza.

Los métodos habituales son:

Boca a boca:

Posición de accidentado: Acostado de espaldas sobre un plano duro o el suelo.

Posición del socorrista: A un lado de la cabeza del accidentado e inclinado sobre el mismo.

La reanimación del accidentado deberá realizarse para facilitar apertura de las vías respiratorias superiores del siguiente modo:

- 1) Inclinar al máximo la cabeza hacia atrás, apoyando una mano sobre la frente y colocando la otra bajo la nuca.
- 2) Si se observa que la entrada o expulsión del aire no es normal, se deberá comprobar si algún cuerpo extraño o la lengua obstruyen las vías respiratorias. En este caso, se coloca de lado y se golpeará fuertemente en la espalda entre los omoplatos para que salga el cuerpo extraño.

Reanimación cardiaca:

Si después de realizar las diez primeras insuflaciones de aire, se observa el pulso carotídeo y la pupila y observamos que o no existe pulso o la pupila está muy dilatada debe efectuarse el masaje cardíaco simultáneamente con la respiración boca a boca.

- 1) Colocar el talón de la mano derecha a la altura de 1/3 inferior del esternón.
 - 2) Apoyar encima de la mano derecha, a la izquierda.
 - 3) Inclinar hacia adelante haciendo presión vertical hacia abajo de forma que el esternón descienda de 3 a 5 centímetros, con lo cual originamos una contracción del corazón. - El ritmo aproximado es de una vez cada segundo, es decir 60 veces cada minuto.
- En el caso concreto de encontrarse una sola persona para actuar de socorrista, el ritmo de compresiones debe ser de 15, seguidas de 2 insuflaciones de aire.
- En caso de ser dos socorristas el ritmo será de 5 compresiones cardiacas por una insuflación de aire.

Actuaciones en caso de fracturas

Las fracturas son las roturas de uno o varios huesos provocadas por un traumatismo. Puede existir fractura si se dan alguna de estas circunstancias en el herido:

- 1) Si hay dolor intenso.
- 2) Si hay deformidad de la región afectada.
- 3) Si hay imposibilidad para el movimiento.
- 4) En caso de duda, debe actuarse como si hubiera fractura.

En caso de duda hay que tratar al herido como si efectivamente tuviese una fractura. Una vez hemos llegado a él, lo que no debe hacerse es:

- 1) Levantar al lesionado
- 2) Hacerle andar
- 3) Transportarlo sin haber inmovilizado la parte afectada.
- 4) Intentar corregir la deformidad.

Por otro lado, lo que si deberemos hacer es:

- a) Si hay herida colocar vendaje sobre la misma, evitando:
 - Tocar los extremos óseos.

- Cohibir la hemorragia si la hubiera.
- Inmovilizar la parte afectada por la fractura.

b) Si no hay herida, deberemos:

Inmovilizar la parte afectada por la fractura, evitando que se muevan las articulaciones que estén próximas tanto por encima como por debajo del punto de fractura. Para que ello se sujete con alguna ligadura, recordando que la ligadura nunca deberá colocarse en el punto donde se localice la fractura.

Comprobar que no existen varias fracturas en el accidentado. Observar con detenimiento que esto es así.

Miembros superiores fracturados: Inmovilizar la fractura del miembro superior mediante cabestrillo.

Miembros inferiores fracturados: Inmovilizar la fractura del miembro inferior, con especial cuidado de inmovilizar conveniente el pie.

Actuaciones en caso de fracturas de la columna vertebral

Cuando se observa indicios de fractura en la columna vertebral, deberá siempre inmovilizarse al accidentado. Actuando de igual manera en caso de dudas sobre el alcance o gravedad.

Las actuaciones a seguir en tales circunstancias son las siguientes:

- a) Evitar cualquier incurvación del cuello o de la columna vertebral.
- b) No doblar jamás al herido. Apoyarlo sobre la espalda en una zona dura, lisa y plana preferiblemente el suelo. Si ha perdido el conocimiento, colocarle con la cabeza vuelta de lado para evitar que pueda ahogarse.

En principio nunca hay que tratar de trasladar al herido, ya que puede ser fatal. Deberá llamarse a una ambulancia.

No obstante, si es cuestión de vida o muerte y solo por esa circunstancia deberemos trasladar al herido, siguiendo antes las siguientes observaciones:

- a) Colocar los brazos doblados sobre el cuerpo.
- b) Dos personas tiran de la cabeza y de los pies realizando una cierta tracción, para evitar la curvación de la columna vertebral, mientras que otros tres proceden a levantarlo. (Nunca hacerlo si puede acudir una ambulancia al lugar del suceso.)
- c) Cogerse las manos entre los socorristas que tienen que izar al herido.
- d) Dejarlo muy lentamente sobre una camilla rígida y dura. Si no se tiene, improvisarla.

- e) Colocar un rollo de ropa en la región lumbar y hombros del lesionado.
- f) Sujetar con ligaduras para que quede inmóvil durante el transporte y taparlo con una manta.

Actuaciones en caso de fractura del cráneo

Cuando se observa indicios de fractura del cráneo (poco habituales en despachos y oficinas), deberá siempre inmovilizarse al accidentado. Actuando de igual manera en caso de dudas sobre el alcance o gravedad.

Las actuaciones a seguir en tales circunstancias son las siguientes:

- a) Tumbarse al lesionado del lado que se sospeche que no hay fractura.
- b) Apoyarle la cabeza mediante un cojín o trapos doblados. Mantener la cabeza baja si el herido está pálido.
- c) No darle nada de beber
- d) Trasladar al herido rápidamente, aunque preferentemente deberá solicitarse una ambulancia.
- e) Si ha perdido el conocimiento, trasladarlo con la cabeza vuelta de lado.

Actuaciones en caso de intoxicación y envenenamiento

Las vías de penetración en el organismo son, bucales o digestivas, respiratorias y cutáneas. Las actuaciones a seguir en tales circunstancias son las siguientes:

- a) Actuar con la máxima rapidez. El tratamiento que reciba será tanto más eficaz cuanto más rápida y enérgica sea la actuación.

- b) Es fundamental conocer la naturaleza del tóxico, para ello deberemos:
 - 1) Interrogar al accidentado si es posible por su estado.
 - 2) Descubrir el tóxico por el olor.
 - 3) Descubrirlo buscando alrededor envoltorios, frascos vacíos, restos de tóxico. (Esta información puede beneficiar el tratamiento inmediato al entrar en un hospital.)

- c) Si la intoxicación es por la vía bucal debe hacerse:
 - Procurar la expulsión del tóxico por vómito.
 - Intentar la inactividad del tóxico por el antídoto (ver etiqueta adhesiva del producto ingerido).
 - Proteger el estómago por emolientes (ver etiqueta adhesiva del producto ingerido).

- Reanimar al intoxicado con tónicos (ver etiqueta adhesiva del producto ingerido).
- Trasladarlo rápido a un centro sanitario.

Actuaciones en caso de heridas

Se trata sin duda del accidente más frecuente, y suelen ser causados normalmente por el mal uso o uso indebido de elementos de corte, manipulación de piezas cortantes, etc.

La forma correcta de curar una herida en un accidentado es la siguiente:

- 1) El socorrista deberá lavarse las manos y desinfectárselas posteriormente con alcohol.
- 2) Hervir las pinzas y tijeras que vamos a utilizar, durante 15 minutos. Verter un poco de alcohol sobre las mismas y hacerlas arder (flameado).
- 3) Limpiar la herida con agua y jabón empezando en el centro y después hacia los extremos, con una compresa de gasa (nunca con algodón, ya que puede dejar restos).
- 4) Quitar los restos de cuerpos extraños de la herida; restos de tierra, etc., mediante unas pinzas estériles.
- 5) Finalmente se pincelará la herida con mercurocromo (mercromina). Después se colocará una gasa por encima y un apósito - siempre que sea posible (sino sangra o resuma)- es mejor dejarla al aire libre.

No obstante, si observamos aparentemente que la herida reviste gravedad, deberemos proceder del siguiente modo:

- 1) Con carácter general: Se cubrirá con un apósito lo más rápidamente posible (estéril) o un pañuelo o trapo cualquiera lo más limpio que pueda y se le hará trasladar de inmediato al centro asistencial.
- 2) En las heridas penetrantes de tórax debe evitarse la entrada de aire por la herida mediante vendaje impermeable (esparadrapo) y trasladar al lesionado en postura semisentado.
- 3) En las heridas de abdomen con salida de vísceras (intestinos) nunca hay que intentar reintroducirlas, simplemente cubrirlas y trasladar al lesionado echado boca arriba con las piernas flexionadas. No olvide que bajo ninguna circunstancia deberá dar de beber a estos heridos.

Actuaciones en caso de hemorragias

La hemorragia es la pérdida de sangre por rotura de una arteria o vena importante. Para determinar si la rotura es de una arteria o vena observaremos lo siguiente:

- a) Si la sangre es roja y sale en forma intermitente es de una arteria.

b) Si la sangre es oscura y sale en forma continua, es de una vena. Debemos tener en cuenta estas diferencias, y actuar en consecuencia:

1. Las hemorragias venosas se cohiben siempre por compresión directa o colocando un vendaje sobre la misma confeccionado con una gasa estéril y unas vueltas de algodón o celulosa para después darles circulares con venda sobre la misma (vendaje compresivo).

2. Sólo en hemorragias arteriales importantes hay que recurrir primeramente a la compresión y en último extremo, al torniquete.

En caso de tener que recurrir a un torniquete, deberá antes saber:

a) Este debe ser colocado sólo en la raíz de las extremidades (superiores o inferiores) y jamás en ningún otro punto (antebrazo, codo, muñeca, dedos, pierna, tobillo o pie).

b) Debe aflojarse cada 10 minutos.

c) Tener en cuenta que, en heridas de los dedos, aunque sean arteriales, nunca hace falta torniquete, basta siempre con colocar un vendaje compresivo (tal como hemos descrito) y elevar la extremidad afecta.

Actuaciones en caso de quemaduras

Cuando se produzcan quemaduras en alguna parte del cuerpo, deberá procederse del siguiente modo:

a) Si observamos que la quemadura es poco extensa y la piel está roja, espolvorear con polvos antisépticos y vigilar unos días. Las compresas de alcohol y curas de grasas son útiles. Se recomienda no obstante visitar al médico con objeto de observarla y que nos de las indicaciones o medicación oportuna.

b) Si la quemadura origina pequeñas ampollas, no romperlas, ya que se pueden infectar. Aplicar en tales casos antisépticos, apósitos esterilizados y vigilar. Si está rota la ampolla, con manos limpias y material esterilizado, se recorta la piel necrosada. Aplicar antisépticos y tapar durante 48 horas; luego, dejar al aire libre. Igualmente, después de la cura inicial es recomendable asistir al médico para que nos de las indicaciones o medicación oportuna.

c) En las quemaduras graves la piel está carbonizada y el resto más o menos atacado. No es frecuente por las funciones desarrolladas en un puesto de trabajo de oficinas que tales quemaduras tengan lugar, pero si por las causas que fuesen tuvieren lugar, deberán seguirse estas normas:

c1) No desnudar al quemado ni aplicar ningún producto en las quemaduras.

c2) Envolver la zona quemada con una tela esterilizada.

c3) Calmar su angustia (calmantes), cubrirle con mantas.

c4) Transportarle al centro sanitario más próximo, con urgencia.

Actuaciones en casos específicos

Accidentes digestivos

Las indigestiones se curan solas con dietas. No emplear nunca purgas ni lavativas. Si no remite el problema asistir al médico al menor tiempo posible.

Desmayos

Poner al desmayado acostado con la cabeza baja, los pies ligeramente elevados y aflojados los vestidos. No levantarlo demasiado pronto, manteniéndole en esta posición más de 10 minutos.

Crisis de nervios

Aislar al enfermo. Rociarle la cara con agua, colocarle unas gotas de colonia o vinagre en las fosas nasales.

Ataques epilépticos

No impedir al enfermo que realice su crisis.

Proteger al enfermo, apartando los objetos con los que pueda dañarse. Colocarle entre los dientes un trapo arrollado, para evitar que se muerda la lengua, y aflojarle la ropa.

Cuerpos extraños

Los cuerpos extraños son introducidos en alguno de estos órganos:

Ojos:

- a) Si el cuerpo extraño está en el parpado, lavar el ojo bajo el grifo.
- b) Si el cuerpo extraño está clavado en la córnea, colocar unas gotas de colirio anestésico, taponarlo con compresa y llevar urgentemente el paciente al oftalmólogo.
- c) Si son sustancias ácidas o alcalinas, lavar el ojo abundantemente con un chorro de agua y después con agua con bicarbonato si la sustancia era ácida, o con agua y vinagre si era alcalina. En cualquier caso, llevar al oftalmólogo.

Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Vías respiratorias:

Dejar toser al accidentado, no hacer nada. Llevarlo urgentemente al médico. Es recomendable en cualquier caso asistir al médico. Vías digestivas: Cuando se ha ingerido algún producto que puede ocasionar heridas, deberá hacer ingerir miga de pan o espárragos con objeto de que

envuelva el objeto si es puntiagudo. En caso de monedas, botones, no hacer nada. Llevarlo urgentemente al médico.

Es recomendable en cualquier caso asistir al médico.

Heridas especificadas:

A) De la nariz (epistaxis): Algunas personas son propensas a estos efectos. En tales casos aplicar la presión digital exterior. Si no cede efectuar un taponamiento con gasa y agua oxigenada.

B) En varices: En el caso de que se provoque una herida en varices, se debe elevar el miembro afectado por encima de la altura del corazón del paciente. Comprimir con gasas la herida y efectuar un buen vendaje.

C) Por forúnculos: En el caso de forúnculos, se deberá aplicar calor local. No apretarlo, ni exprimirlo. Que lo vea el médico.

10.3.1.3. Accidente laboral

Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.

En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:

a.- El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.

b.- En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.

c.- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.

d.- Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

A) ACCIDENTE LEVE.

- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

B) ACCIDENTE GRAVE.

- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

C) ACCIDENTE MORTAL.

- Al Juzgado de Guardia.
- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

Actuaciones administrativas

Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral:

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

A.) Accidente sin baja laboral. Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.

B.) Accidente con baja laboral. Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.

C.) Accidente grave, muy grave o mortal. Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

10.3.1.4. Actuaciones en caso de emergencia

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Emergencia:

1. SI SE DETECTA UN ACCIDENTE

- PRESTAR asistencia al herido.
- ALERTAR al equipo de primeros auxilios.
- DAR parte al Jefe de Emergencia.

2. SI SE DETECTA UN INCENDIO

- Dar la voz de ALARMA
- Identificarse
- Detallar el lugar, naturaleza y tamaño de la Emergencia.
- Comprobar que reciben el aviso.
- UTILIZAR inmediatamente el extintor adecuado.
- INDICAR la situación del fuego, al Jefe de Emergencia.
- REGRESAR a su puesto de trabajo y esperar las órdenes oportunas.

3. SI SUENA LA ALARMA

- MANTENER el orden
- ATENDER las indicaciones de evacuación.
- NO REZAGARSE a recoger objetos personales.
- SALIR ordenadamente y sin correr.
- Si la obra ya está cerrada, REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

10.3.1.5. Actuaciones en caso de riesgo grave

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Riesgo grave:

- MANTENER el orden.
- ATENDER las indicaciones de evacuación.
- NO REZAGARSE a recoger objetos personales.
- SALIR ordenadamente y sin correr.
- REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de obra cerrada y presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

10.3.1.6. Actuaciones en caso de riesgo inminente

Actuaciones de Todo el Personal de esta obra en caso de Riesgo inminente:

- Si descubre el Riesgo o peligro inminente, dar la voz de ALARMA
- ABANDONAR inmediatamente el tajo, ordenadamente y en el menor tiempo posible.
- MANTENER en todo momento el orden.
- NUNCA REZAGARSE a recoger objetos personales.
- Si la obra ya está cerrada, REALIZAR la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- DIRIGIRSE AL LUGAR DE CONCENTRACIÓN FIJADO Y PERMANECER EN ÉL HASTA RECIBIR INSTRUCCIONES (Muy importante para saber si la evacuación se ha completado).

10.4. Implantación

10.4.1. Implantación: consignas jefe de emergencia

10.4.1.1. En caso de accidente o emergencia

- Deberá requerir el transporte y ordenar el traslado del herido a un centro sanitario, si fuese necesario, previo informe del equipo de primeros auxilios.
- Avisará e Informará del suceso acaecido a los familiares directos del herido.

10.4.1.2. Si se detecta un incendio

- Valorará la necesidad de dar alarma general y en su caso la ordenará.
- Ordenará la evacuación señalando vías alternativas en caso de obstrucción de las salidas habituales como consecuencia de la emergencia.
- Ordenará la desconexión de las instalaciones generales.
- Se asegurará que los bomberos han sido avisados.
- Recibirá e informará a las ayudas externas: Policía, Bomberos, Sanitarios, etc., indicando:
 - a) Tiempo transcurrido
 - b) Situación del incidente o fuego
- Cederá el mando de la intervención a los equipos profesionales una vez hayan acudido.
- Colaborará en la dirección del control de la emergencia.
- Redactará un informe especificando las causas, proceso, desarrollo de acontecimientos y consecuencias.

10.4.2. Implantación: consignas equipo de primeros auxilios

10.4.2.1. Si se detecta un incendio o emergencia

- Prestará ayuda al herido.
- Evaluará la lesión producida e informará de la misma al Jefe de Emergencias.
- Preparará el traslado del herido si fuese necesario.
- Acompañará al herido al centro sanitario.
- Redactará un informe de las causas, proceso y consecuencias.

10.4.3. Implantación: todo el personal de la empresa

10.4.3.1. Si se detecta un accidente

- Deberá prestar asistencia a los heridos.
- Deberá alertar al equipo de Primeros Auxilios.
- Deberá dar parte al Jefe de Emergencias.

10.4.3.2. Si se detecta un incendio

- Deberá utilizar inmediatamente el extintor adecuado.
- Indicará la situación del fuego al Jefe de Emergencia.
- Regresará a su puesto de trabajo y esperará las órdenes oportunas.

10.4.3.3. Si suena la alarma

- Deberá mantener el orden.
- Deberá atender las indicaciones de evacuación.
- No deberá rezagarse recogiendo objetos personales.
- Cerrará las puertas y ventanas que pueda.
- Saldrá ordenadamente y sin correr.
- En caso de presencia de humos, la evacuación la hará a ras del suelo.
- Deberá dirigirse al lugar de concentración fijado y permanecer hasta recibir instrucciones. Esto es importante, para saber si la evacuación se ha completado o permanece gente sin localizar.

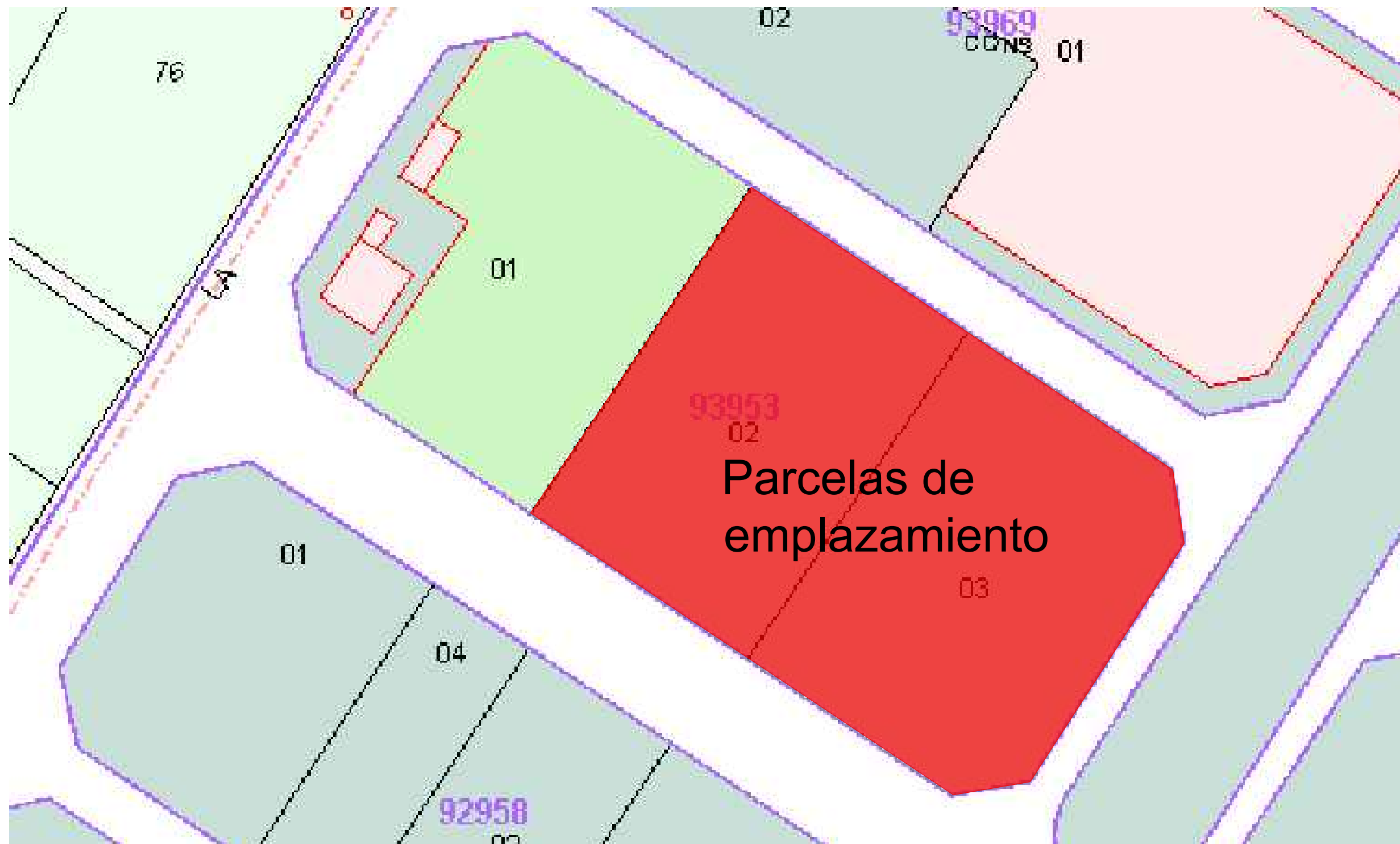
10.4.4. Equipos de emergencia



Los equipos de emergencia de esta obra se designarán mediante cartas de nombramiento que se unirán al presente plan de actuaciones.

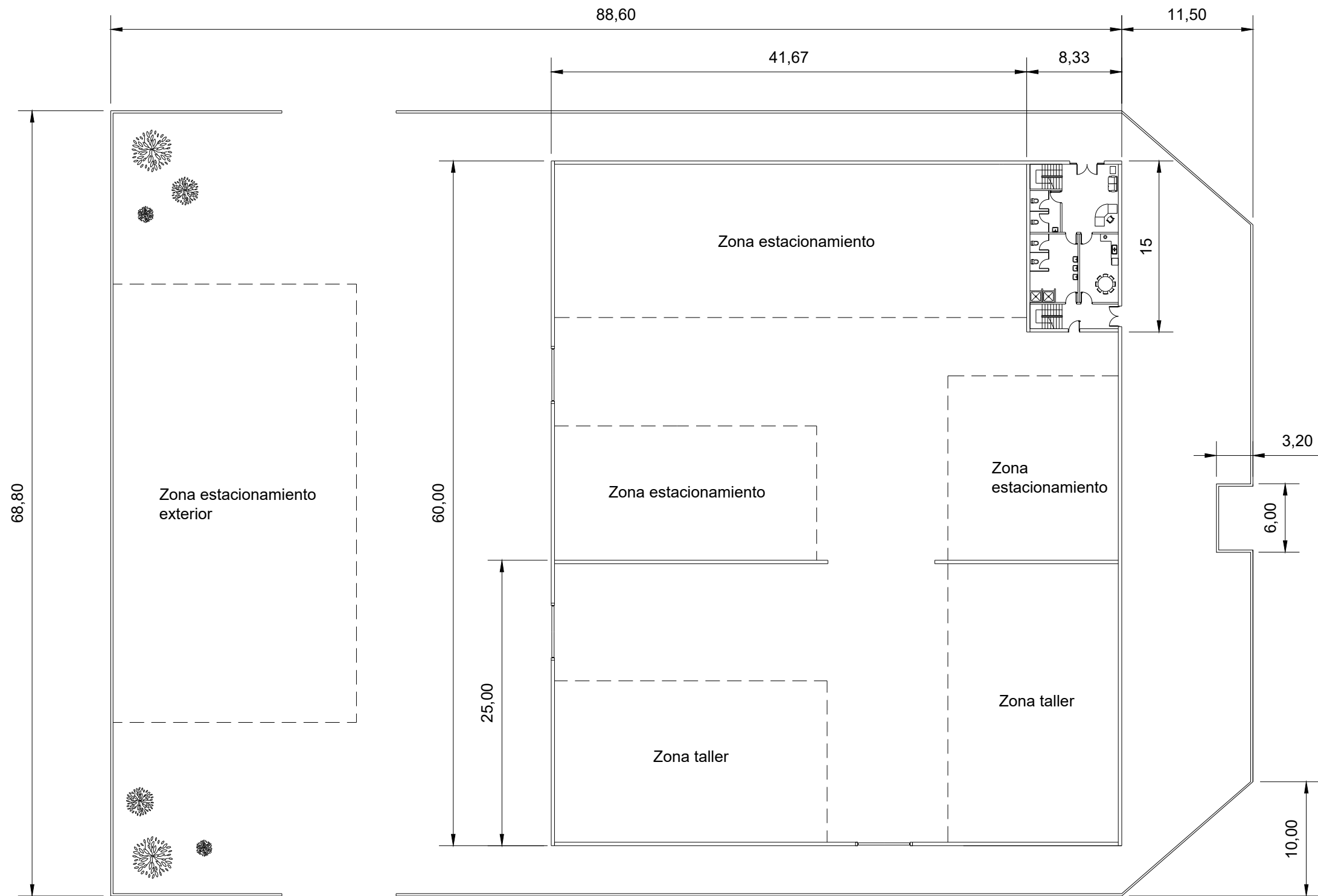
DOCUMENTO 6: PLANOS

ÍNDICE DE LOS PLANOS

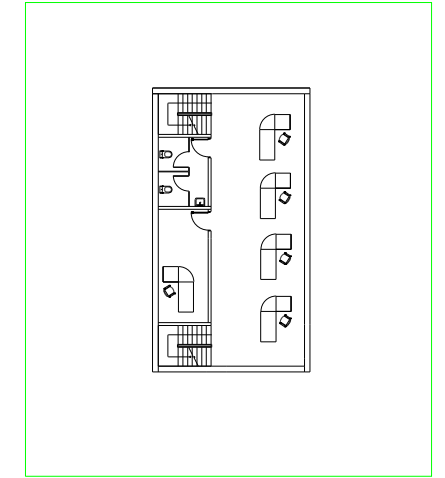
1. Plano 01. Situación del proyecto
2. Plano 02. Emplazamiento del proyecto
3. Plano 03. Emplazamiento del proyecto en la parcela seleccionada
4. Plano 04. Sectores de incendio del emplazamiento
5. Plano 05. Vías de evacuación e instalaciones de protección contra incendios
6. Plano 06. Vista 3D de la estructura
7. Plano 07. Cubierta de la nave industrial
8. Plano 08. Pórtico de fachada y trasero de la nave industrial
9. Plano 09. Pórtico 1 y 2 de la nave industrial
10. Plano 10. Pórtico tipo de la nave y lateral interno del edificio de oficinas
11. Plano 11. Lateral izquierdo y derecho de la nave industrial
12. Plano 12. Cimentación de la estructura
13. Plano 13. Placas de anclaje
14. Plano 14. Elementos de cimentación. Zapatas nº1
15. Plano 15. Elementos de cimentación. Zapatas nº2
16. Plano 16. Elementos de cimentación. Zapatas y vigas de atado



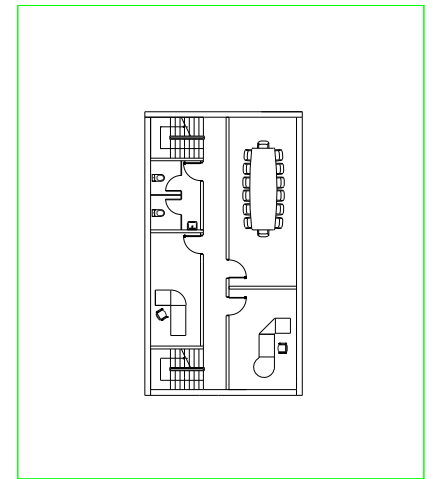
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano de emplazamiento	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
	Escala: —	Estado del documento: Editado	Número del plano: 02	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Emplazamiento del proyecto	Fecha de edición: 2021-08-30	Idioma: es
			Hoja: 1/1	





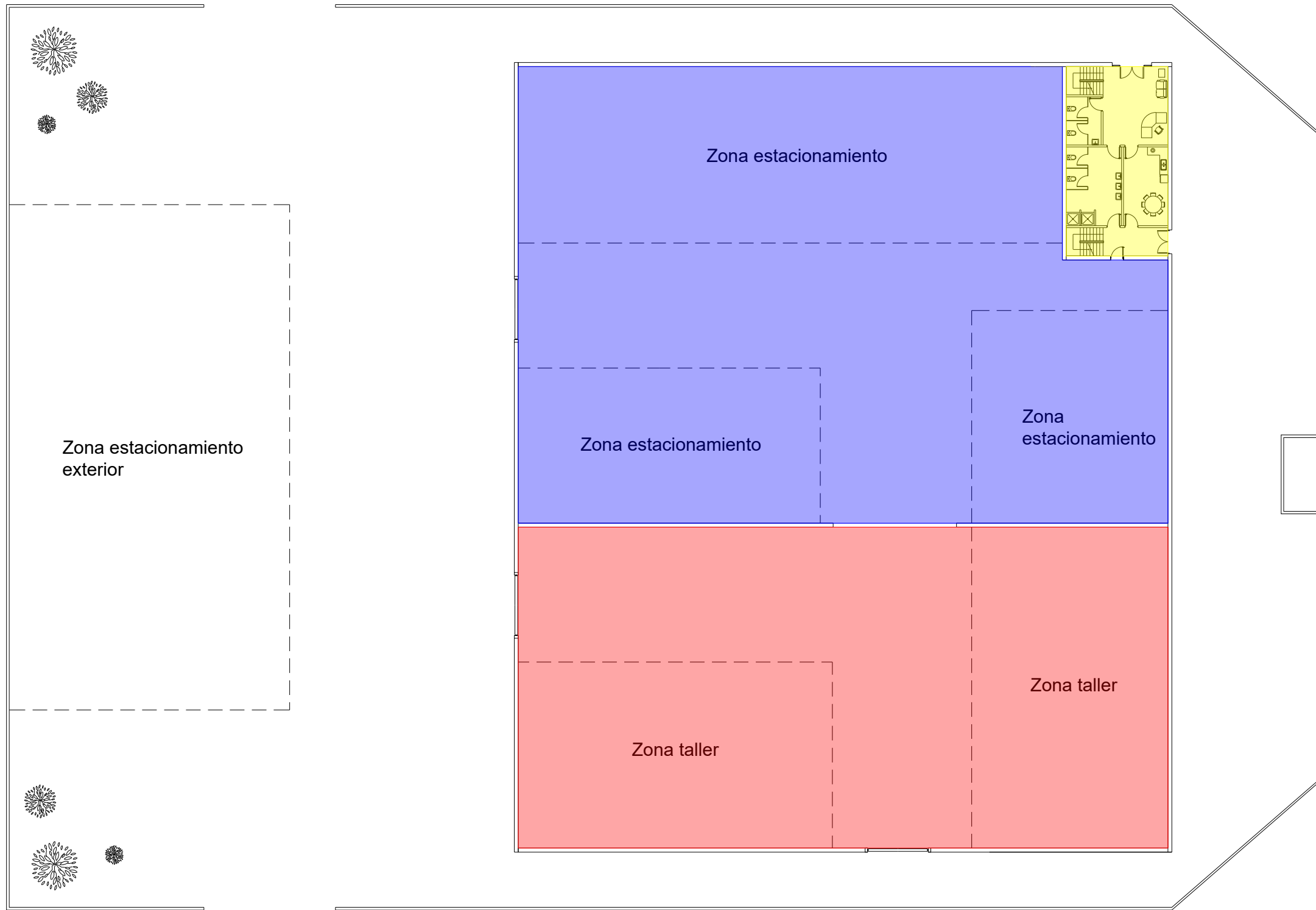
Planta 1



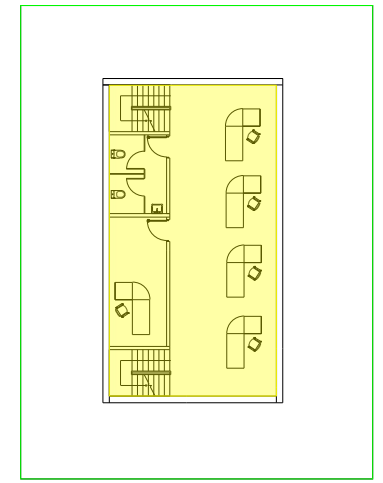
Planta 2



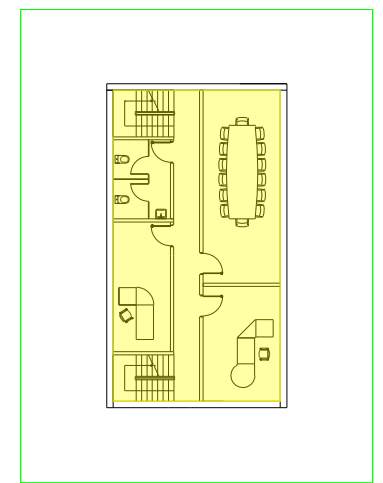
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano de planta	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
	Escala: 1:400	Estado del documento: Editado	Número del plano: 03	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Emplazamiento del proyecto en la parcela seleccionada	Fecha de edición: 2021-08-30	Idioma: es



Planta 1


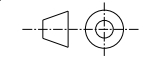


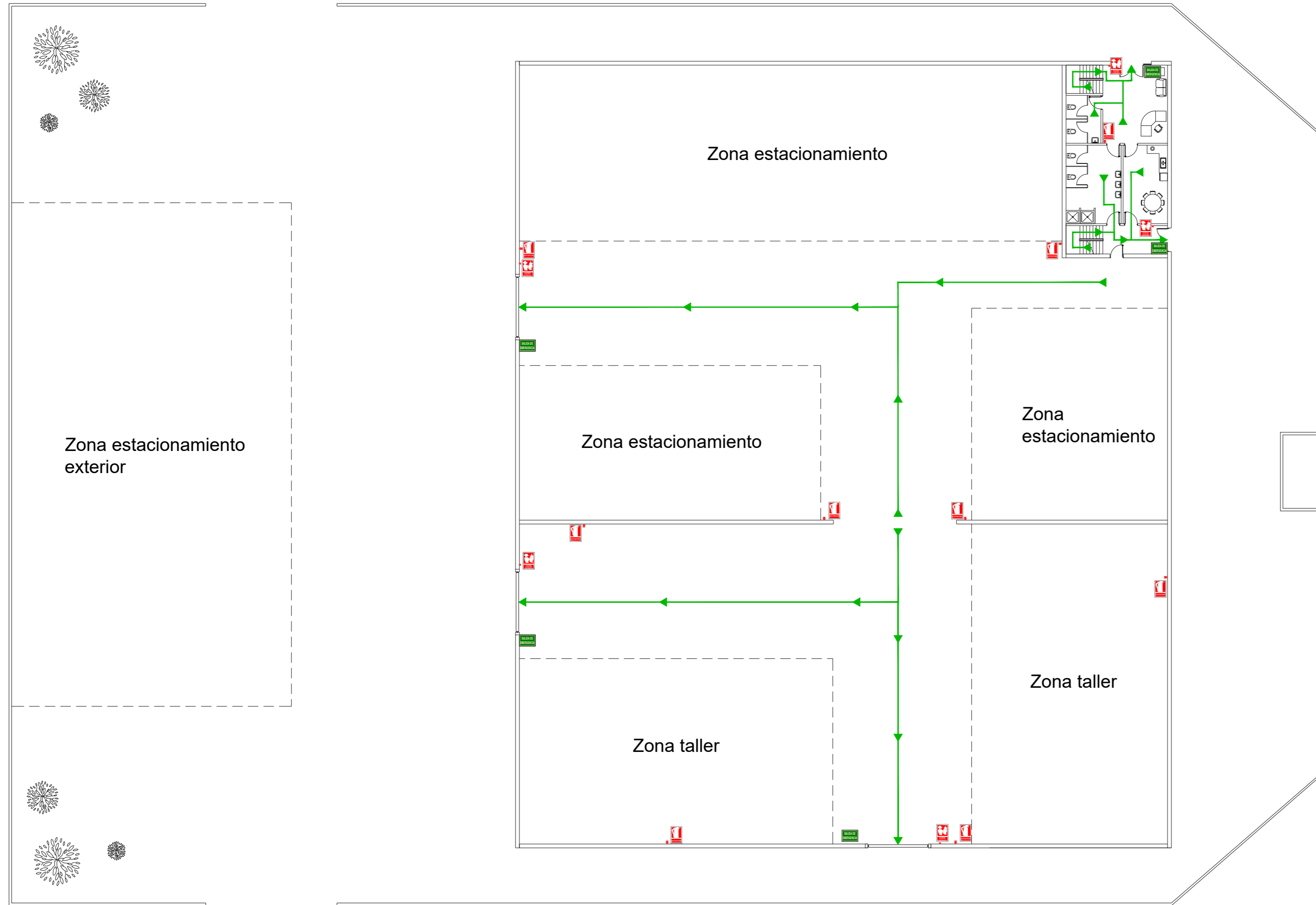
Planta 2



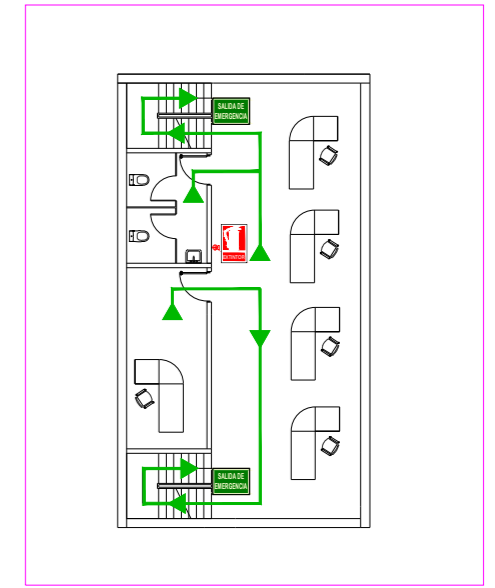
LEYENDA SECTORES

- Zona de oficinas, comedor y vestuarios
- Zona de taller de reparación
- Zona de almacén y parking de vehículos y máquinas

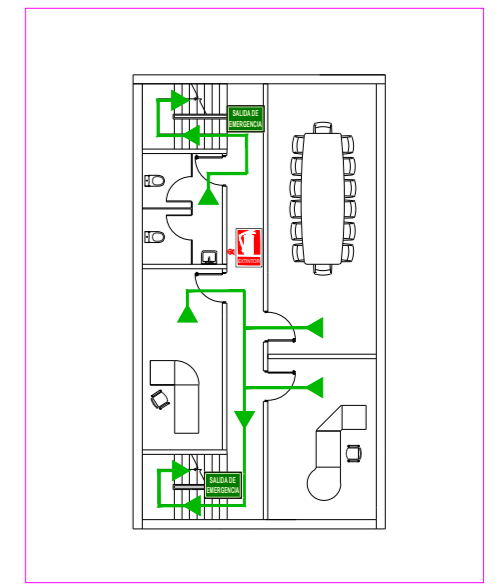
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano de planta	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME·I	Escala: 1:350	Estado del documento: Editado	Número del plano: 04	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Sectores de incendio del emplazamiento	Fecha de edición: 2021-08-30	Idioma: es



Planta 1



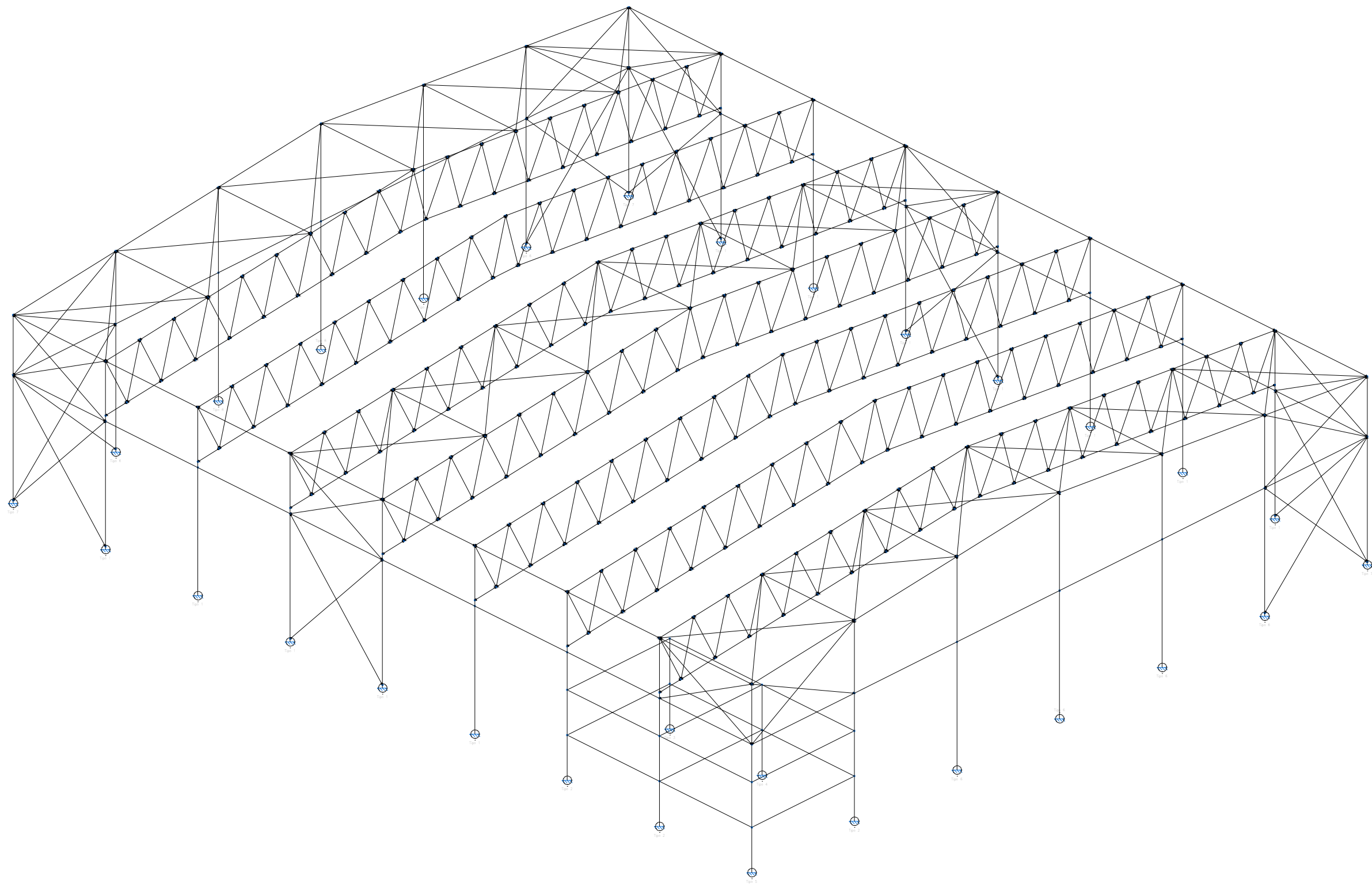
Planta 2


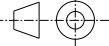


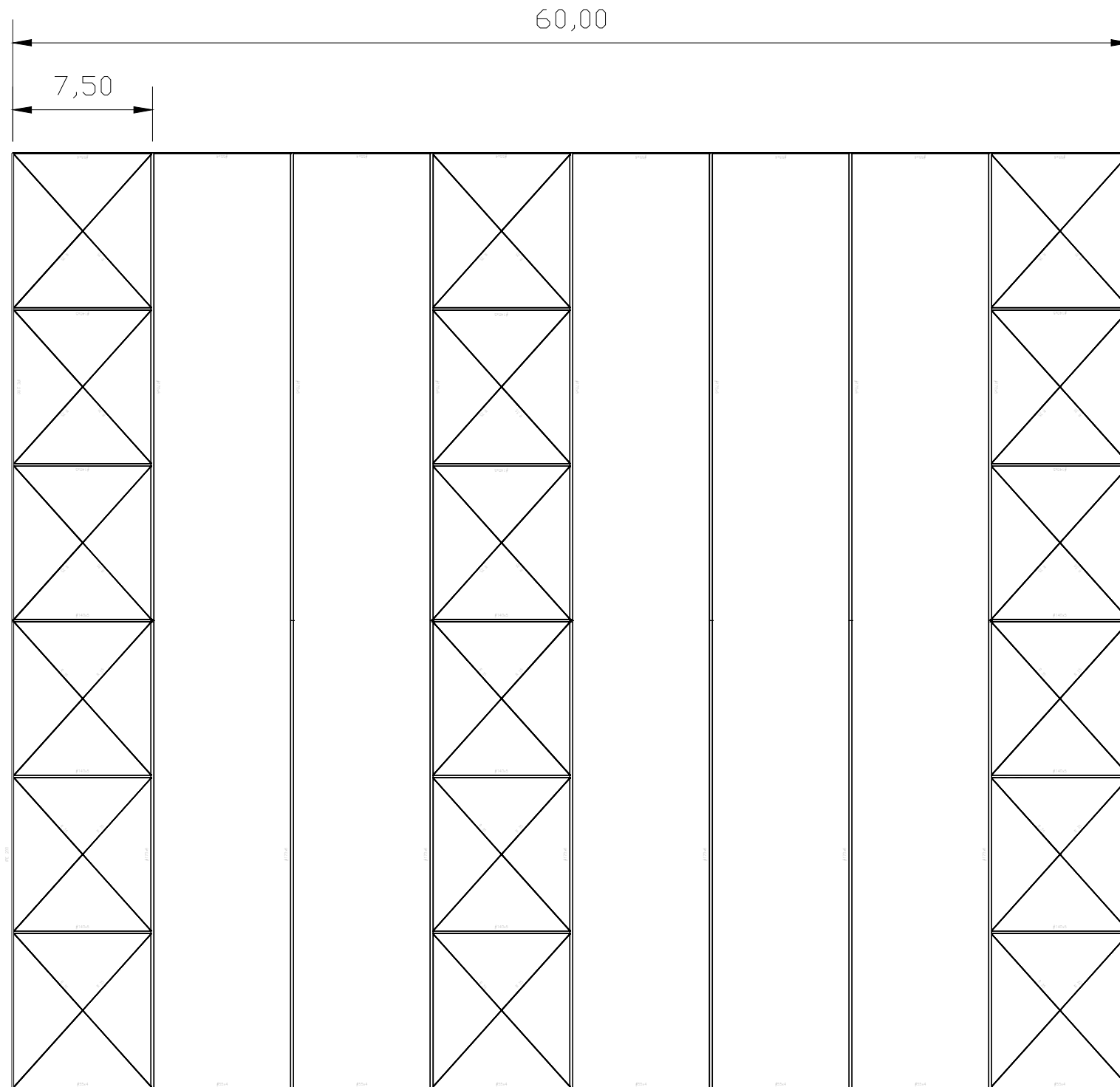
LEYENDA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS


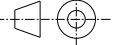
	Recorrido y dirección de evacuación
	Señal de salida de emergencia
	Señal de extintor
	Señal de pulsador de alarma contra incendios
	Extintor
	Pulsador de alarma contra incendios

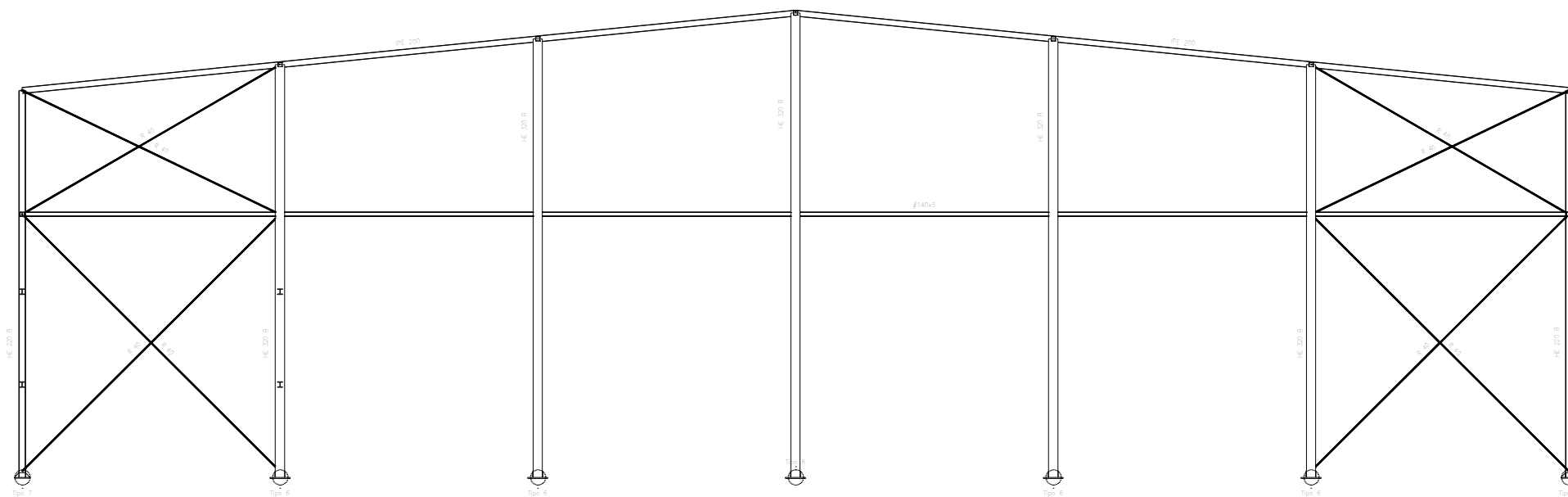
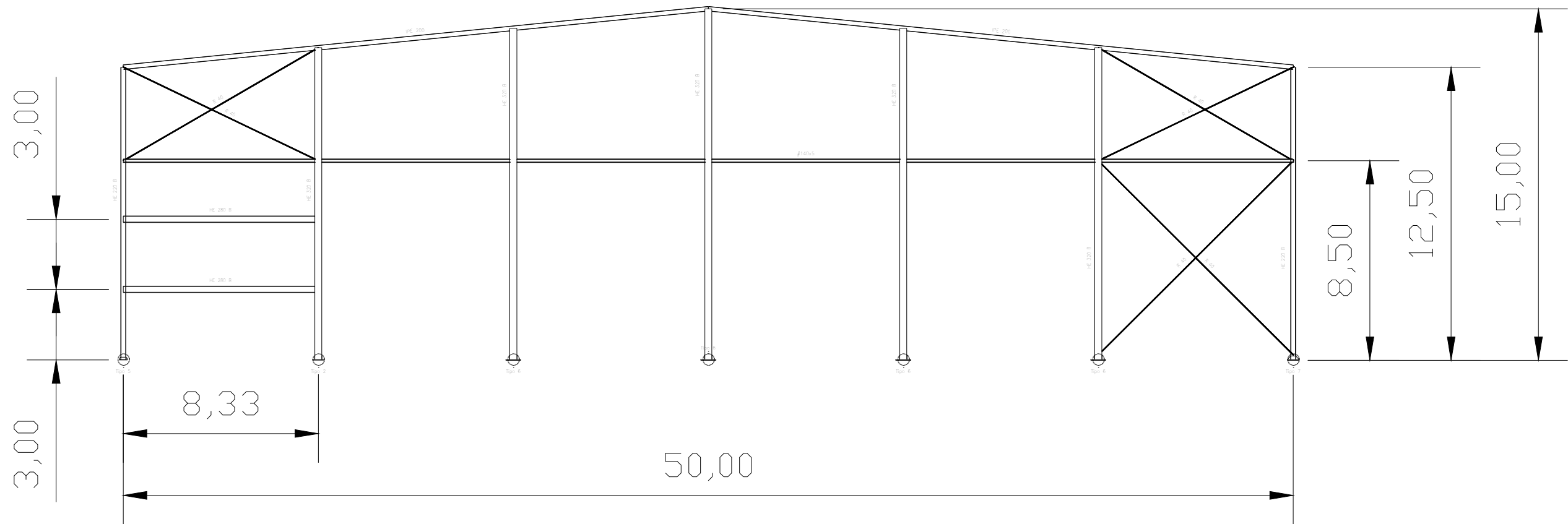
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano de planta	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
	Escala: 1:250	Estado del documento: Editado	Número del plano: 05	Método de representación:
	Formato: A2	Título del plano: Vías de evacuación e instalaciones de protección contra incendios	Fecha de edición: 2021-08-30	Idioma: es Hoja: 1/1





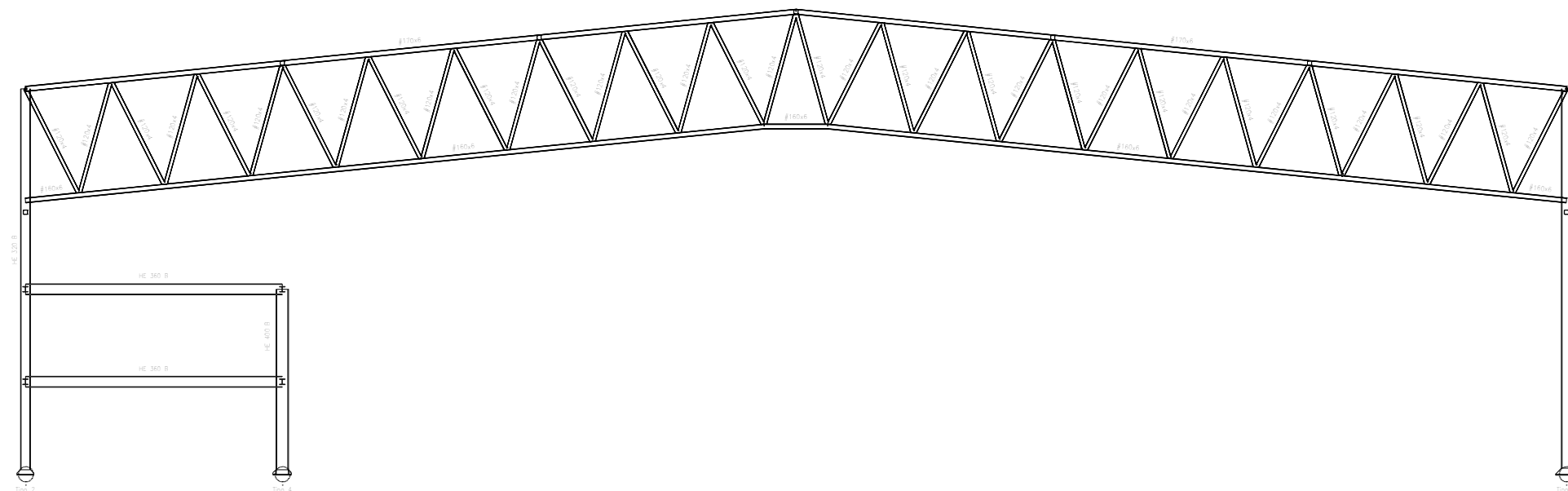
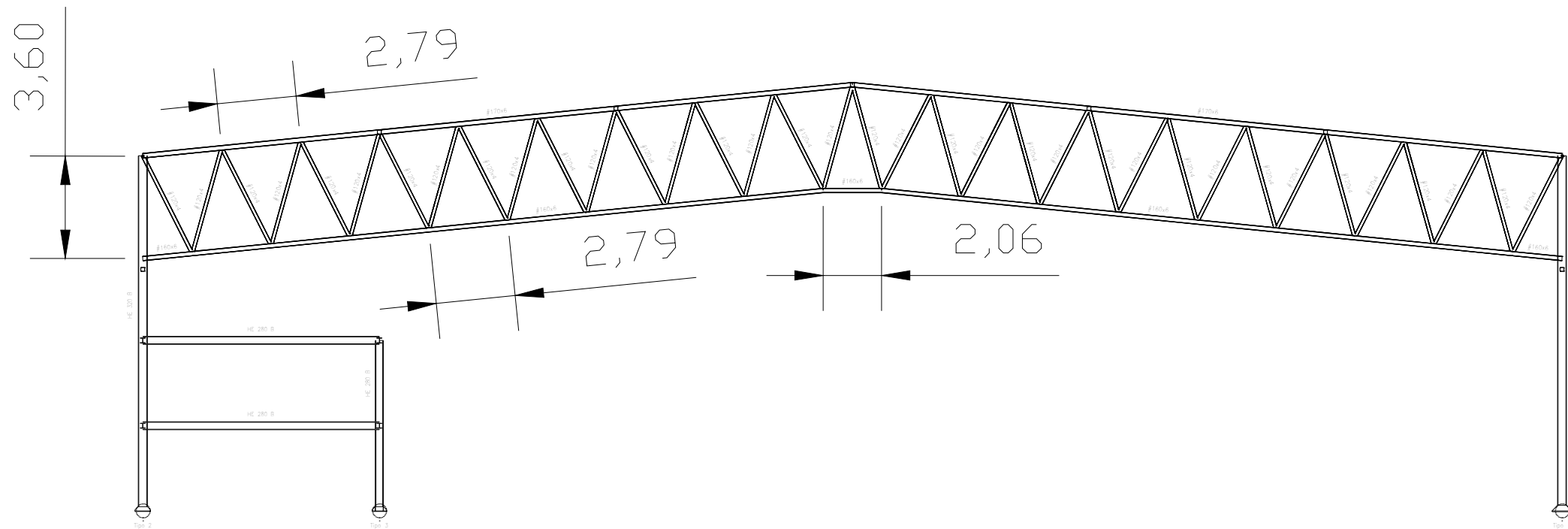
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME·I	Escala: 1:250	Estado del documento: Editado	Número del plano: 06	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Vista 3D de la estructura	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es





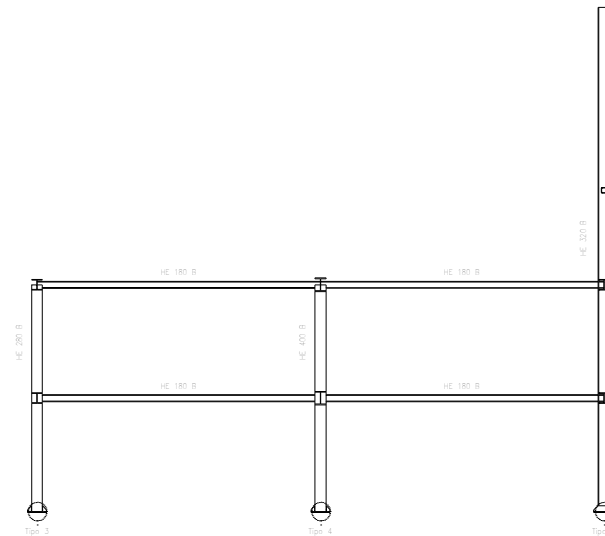
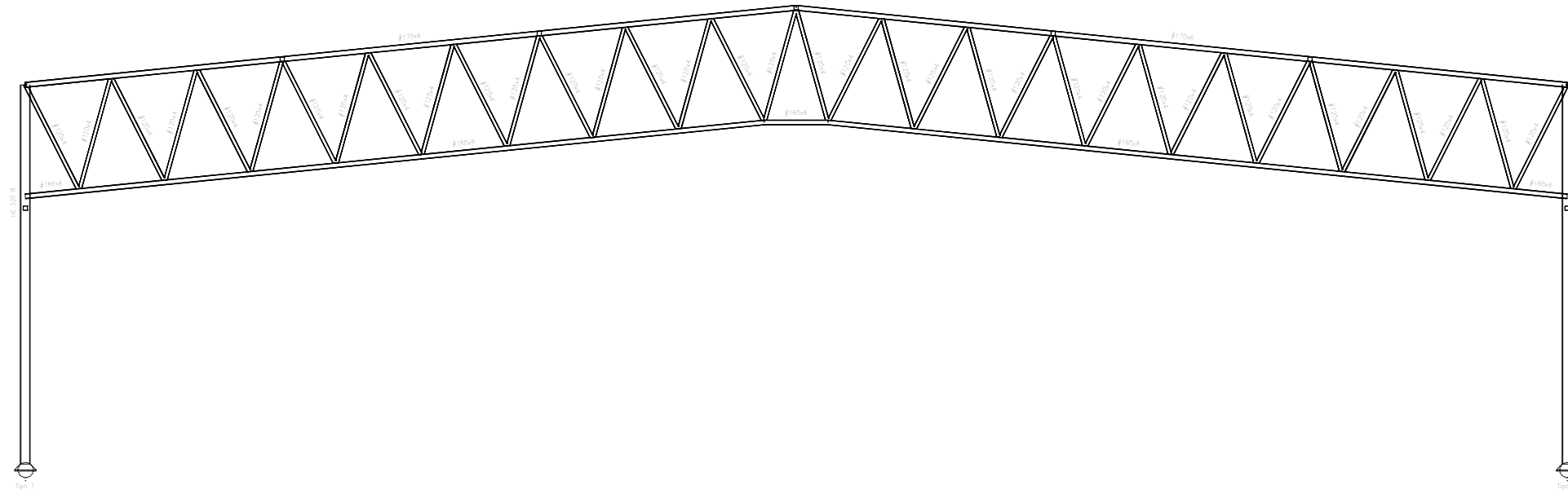
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano de planta	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME·I	Escala: 1:300	Estado del documento: Editado	Número del plano: 07	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Cubierta de la nave industrial	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es
			Hoja: 1/1	





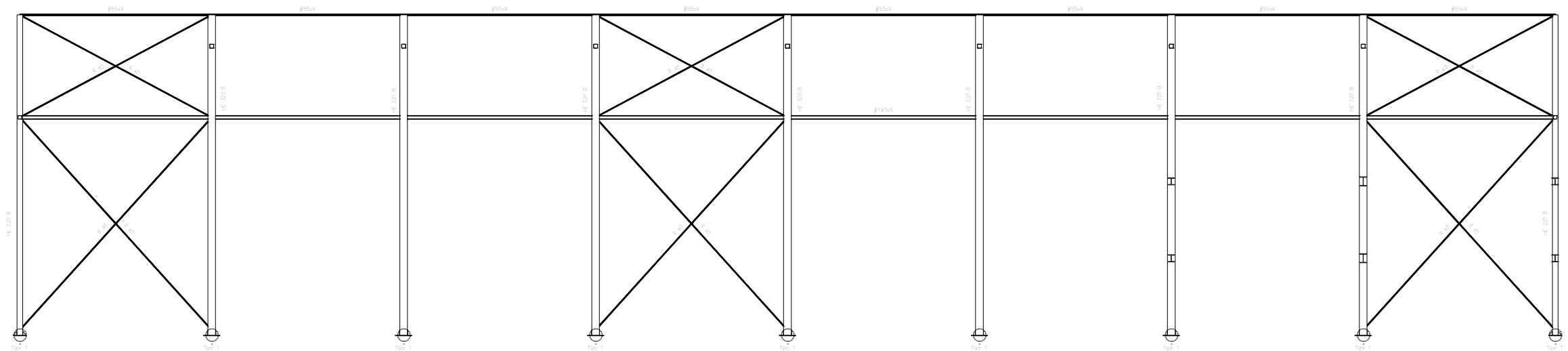
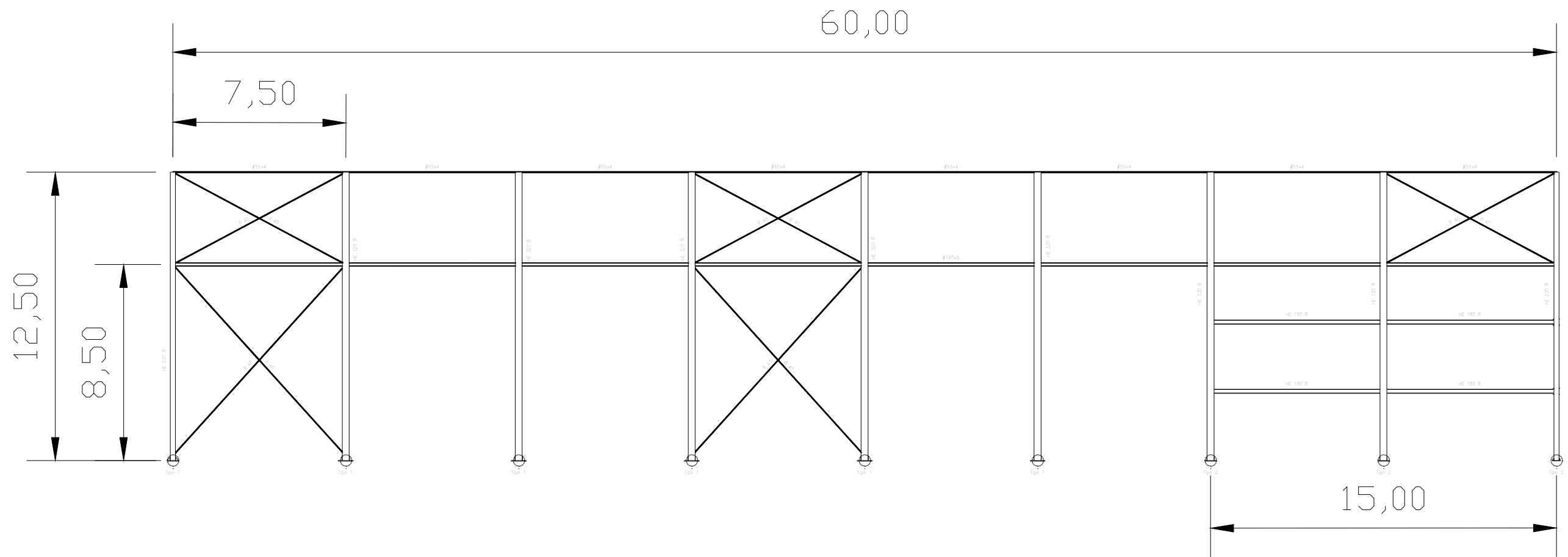
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME·I	Escala: 1:200	Estado del documento: Editado	Número del plano: 08	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Pórtico de fachada y trasero de la nave industrial	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es


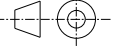


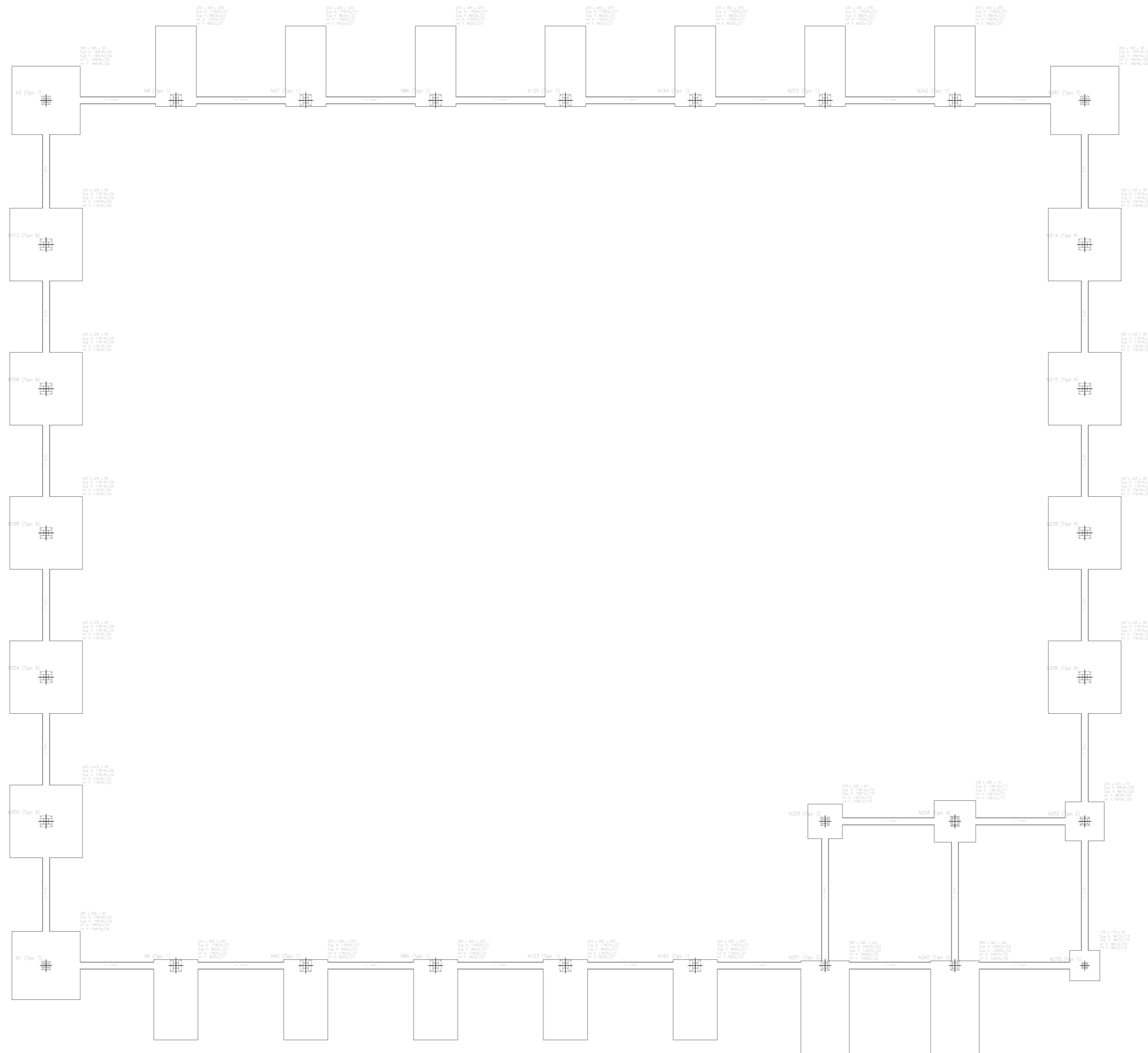
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME·I	Escala: 1:200	Estado del documento: Editado	Número del plano: 09	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Pórtico 1 y 2 de la nave industrial	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es



Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME I	Escala: 1:200	Estado del documento: Editado	Número del plano: 10	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Pórtico tipo de la nave y lateral interno del edificio de oficinas	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es


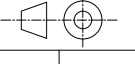


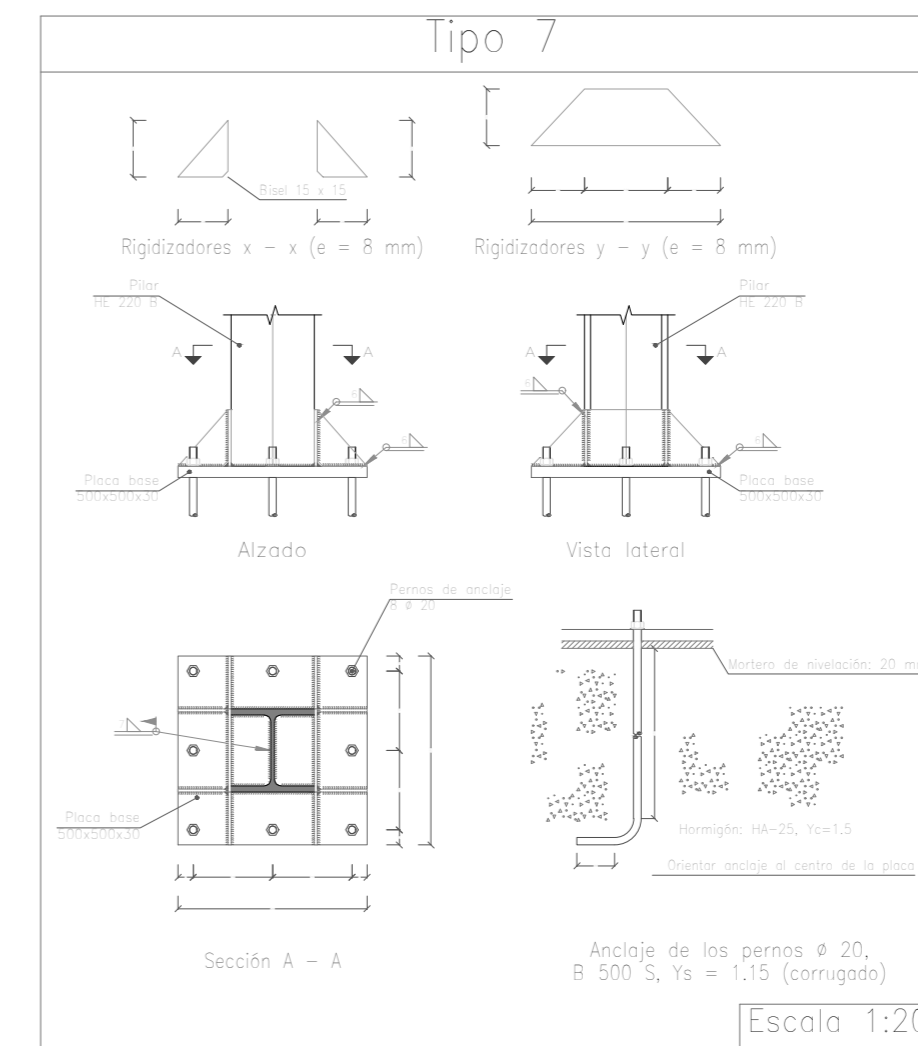
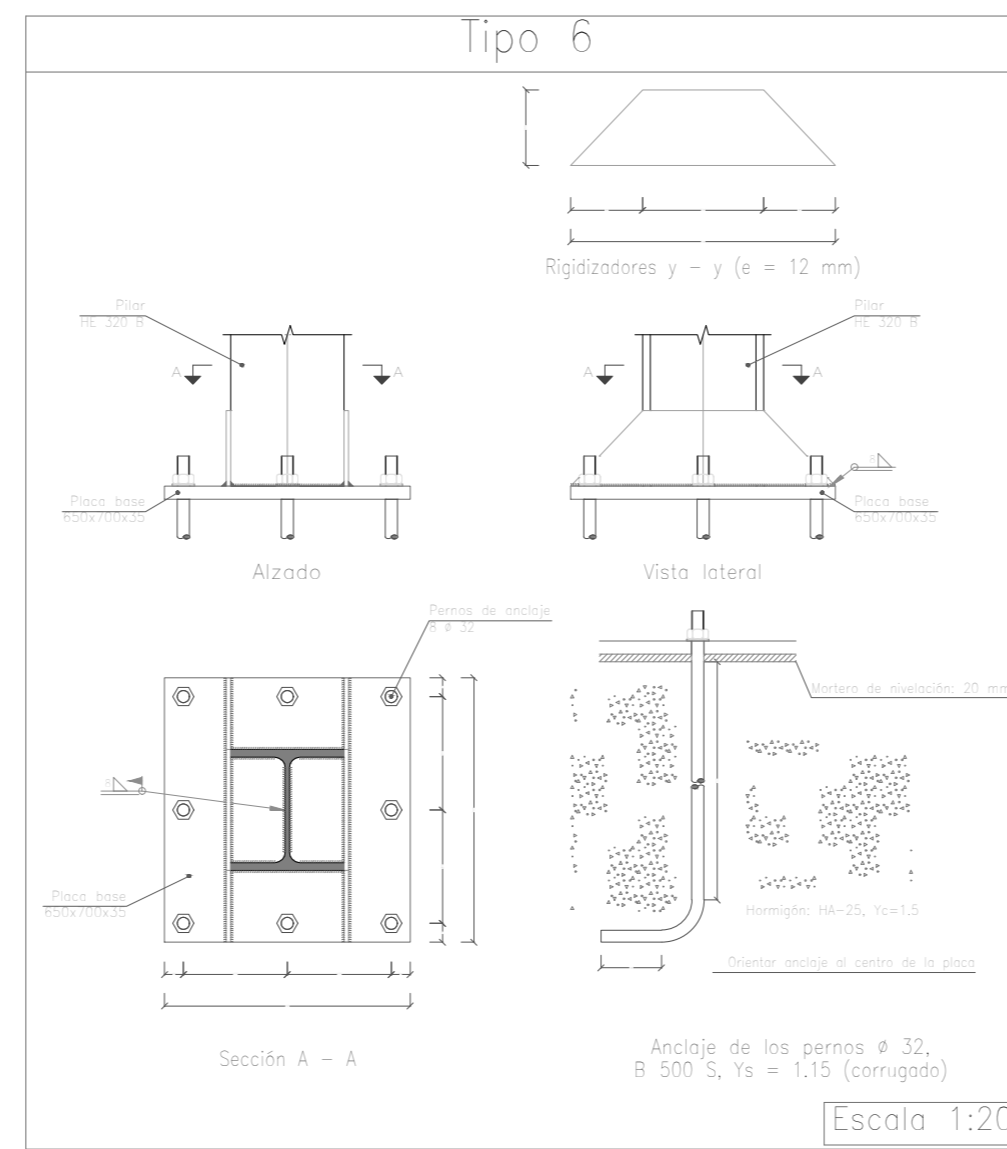
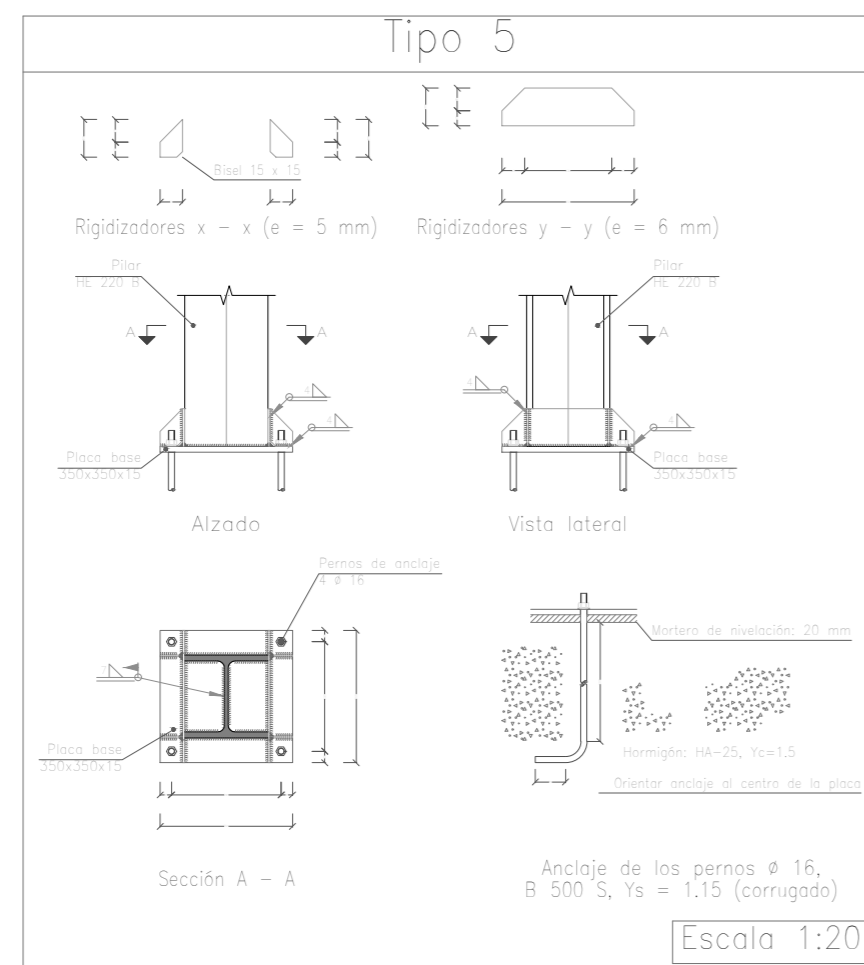
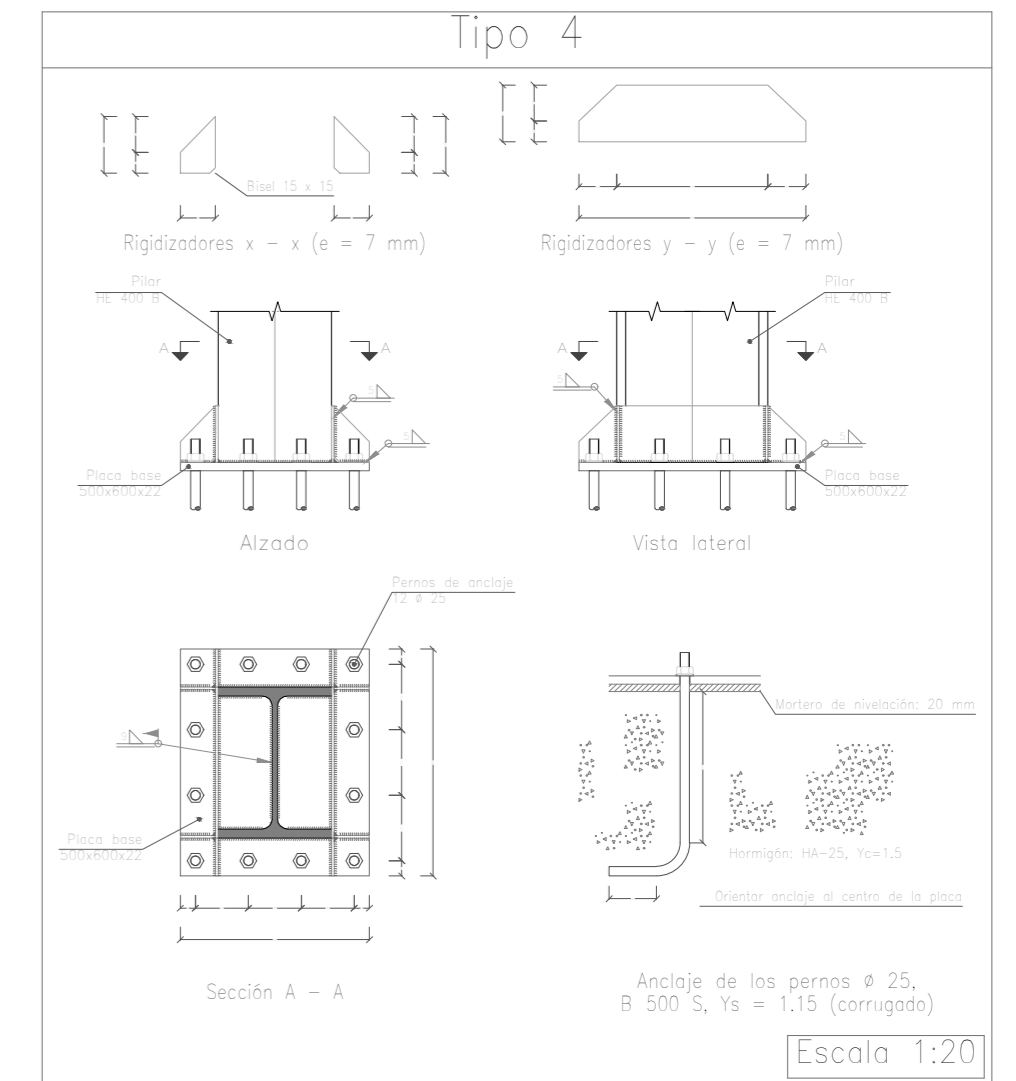
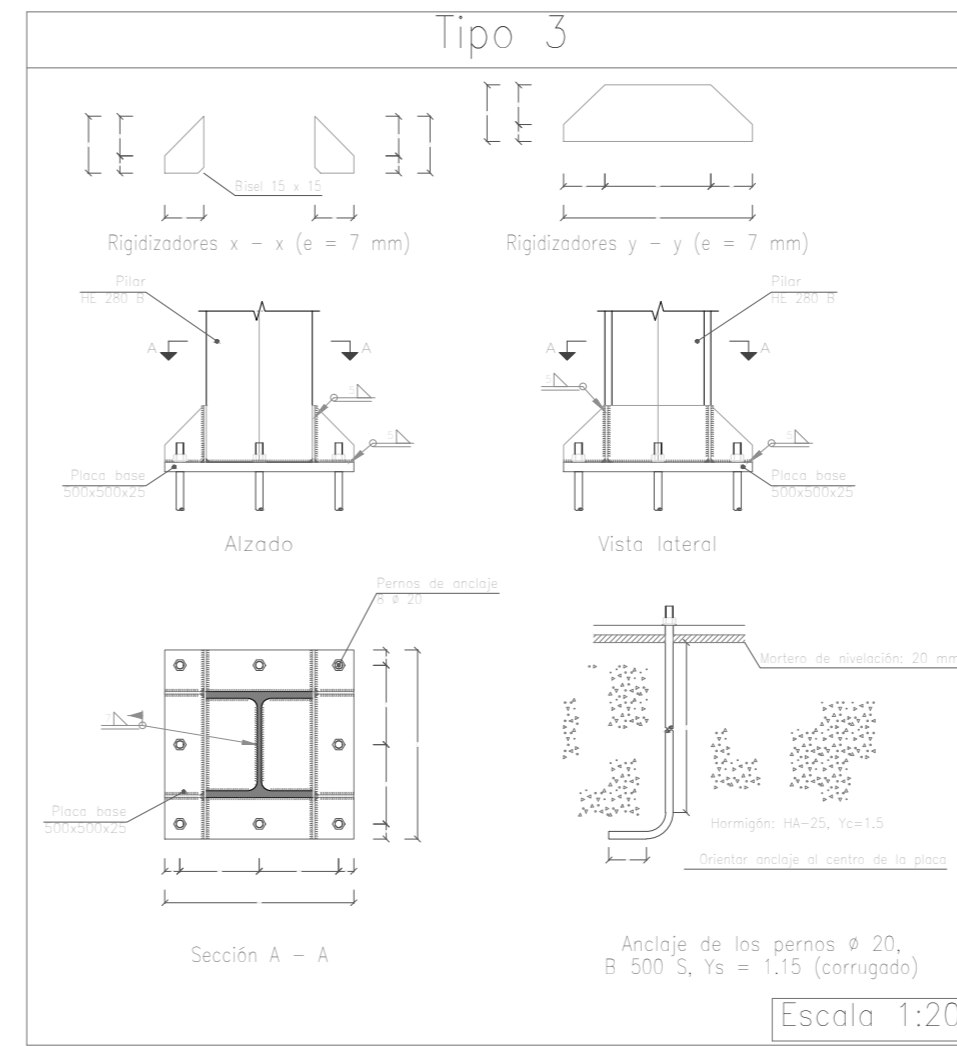
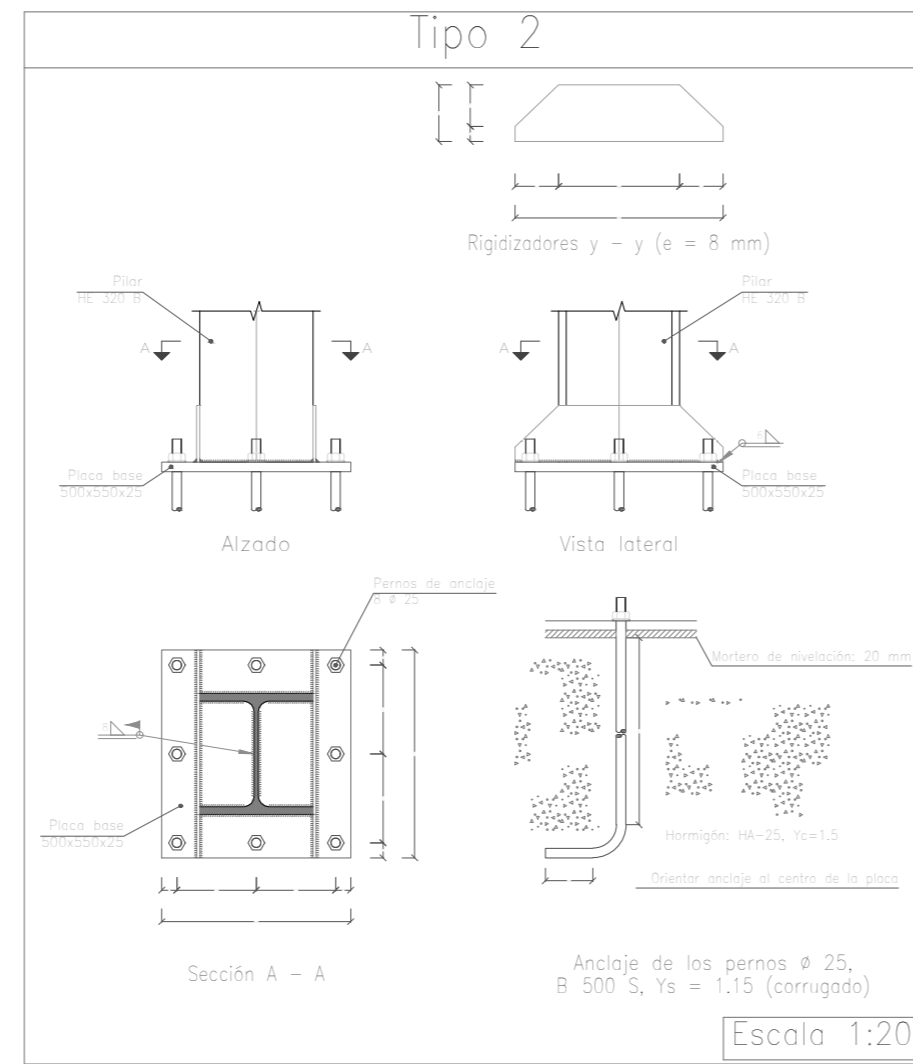
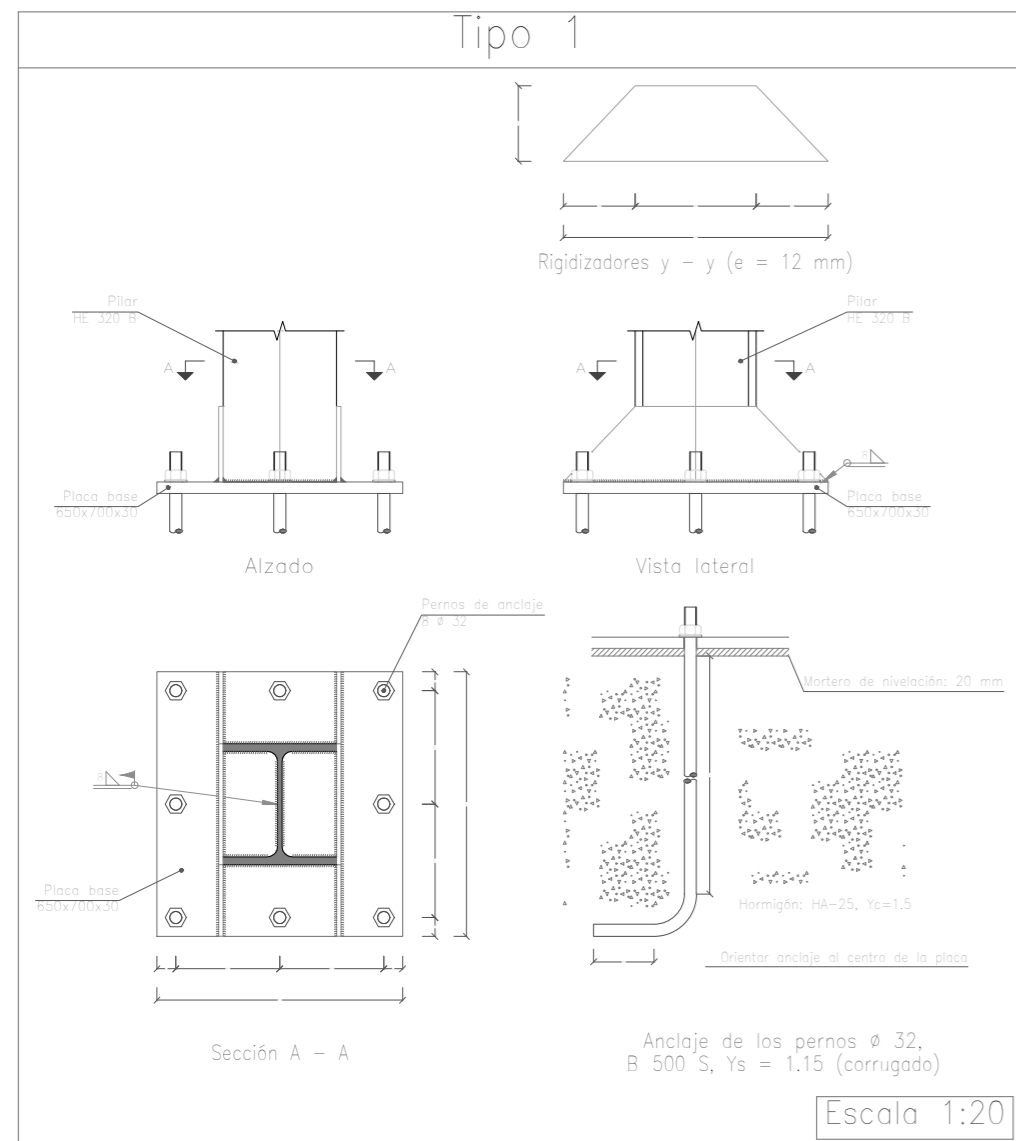
Creado por: Néstor González	Unidad: m	Tipo de documento: Plano	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME·I	Escala: 1:200	Estado del documento: Editado	Número del plano: 11	Método de representación: 
	Formato: A3	Título del plano: Lateral izquierdo y derecho de la nave industrial	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es


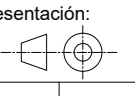


Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N1 y N281	8 Pernos ø 20	Placa base (500x500x30)
N312, N308, N298, N304, N300, N306, N299, N310 y N314	8 Pernos ø 32	Placa base (650x700x35)
N6, N45, N84, N123, N162, N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242	8 Pernos ø 32	Placa base (650x700x30)
N201, N240 y N302	8 Pernos ø 25	Placa base (500x550x25)
N279	4 Pernos ø 16	Placa base (350x350x15)
N329	8 Pernos ø 20	Placa base (500x500x25)
N328	12 Pernos ø 25	Placa base (500x600x22)

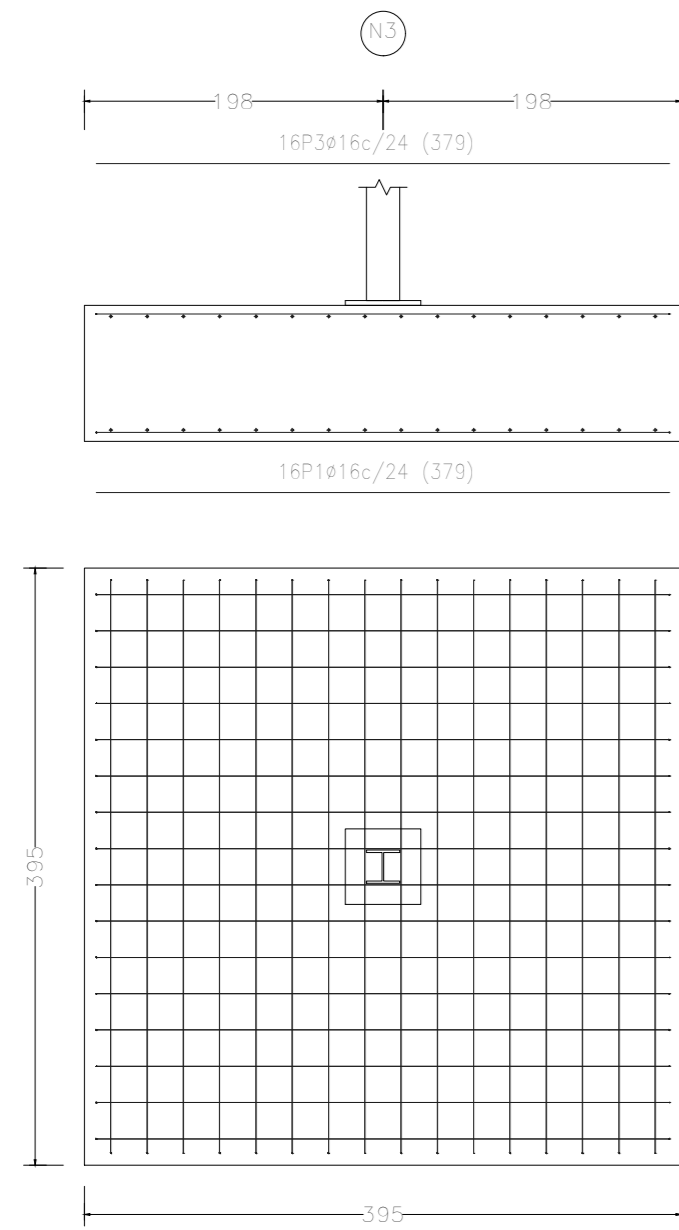
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3 y N281	395x395	90	16ø16c/24	16ø16c/24	16ø16c/24	16ø16c/24
N6, N45, N84, N123 y N162	255x465	200	17ø25c/27	9ø25c/27	17ø25c/27	9ø25c/27
N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242	235x465	200	17ø25c/27	8ø25c/27	17ø25c/27	8ø25c/27
N201 y N240	280x540	245	24ø25c/22	12ø25c/22	24ø25c/22	12ø25c/22
N279	175x175	65	9ø12c/19	9ø12c/19	9ø12c/19	9ø12c/19
N298, N299, N300, N304, N306, N308, N310, N312 y N314	420x420	90	17ø16c/24	17ø16c/24	17ø16c/24	17ø16c/24
N302	225x225	75	8ø16c/29	8ø16c/29	8ø16c/29	8ø16c/29
N328	240x240	70	13ø12c/17	13ø12c/17	13ø12c/17	13ø12c/17
N329	200x200	65	10ø12c/19	10ø12c/19	10ø12c/19	10ø12c/19

Creado por: Néstor González 	Unidad: cm	Tipo de documento: Plano de planta	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
	Escala: 1:200	Estado del documento: Editado	Número del plano: 12	Método de representación: 
	Formato: A2	Título del plano: Cimentación de la estructura	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es



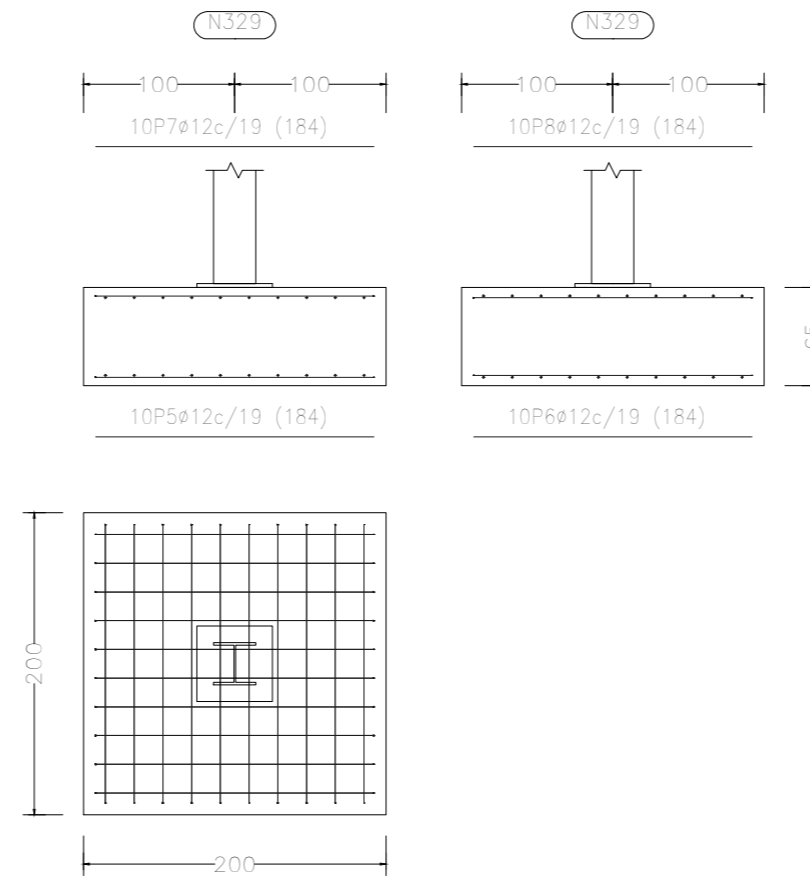
Creado por: Néstor González	Unidad: mm	Tipo de documento: Plano de detalle	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
	Escala: 1:20	Estado del documento: Editado	Número del plano: 13	Método de representación: 
	Formato: A2	Título del plano: Placas de anclaje	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es
			Hoja: 1/1	

N3, N1 y N281

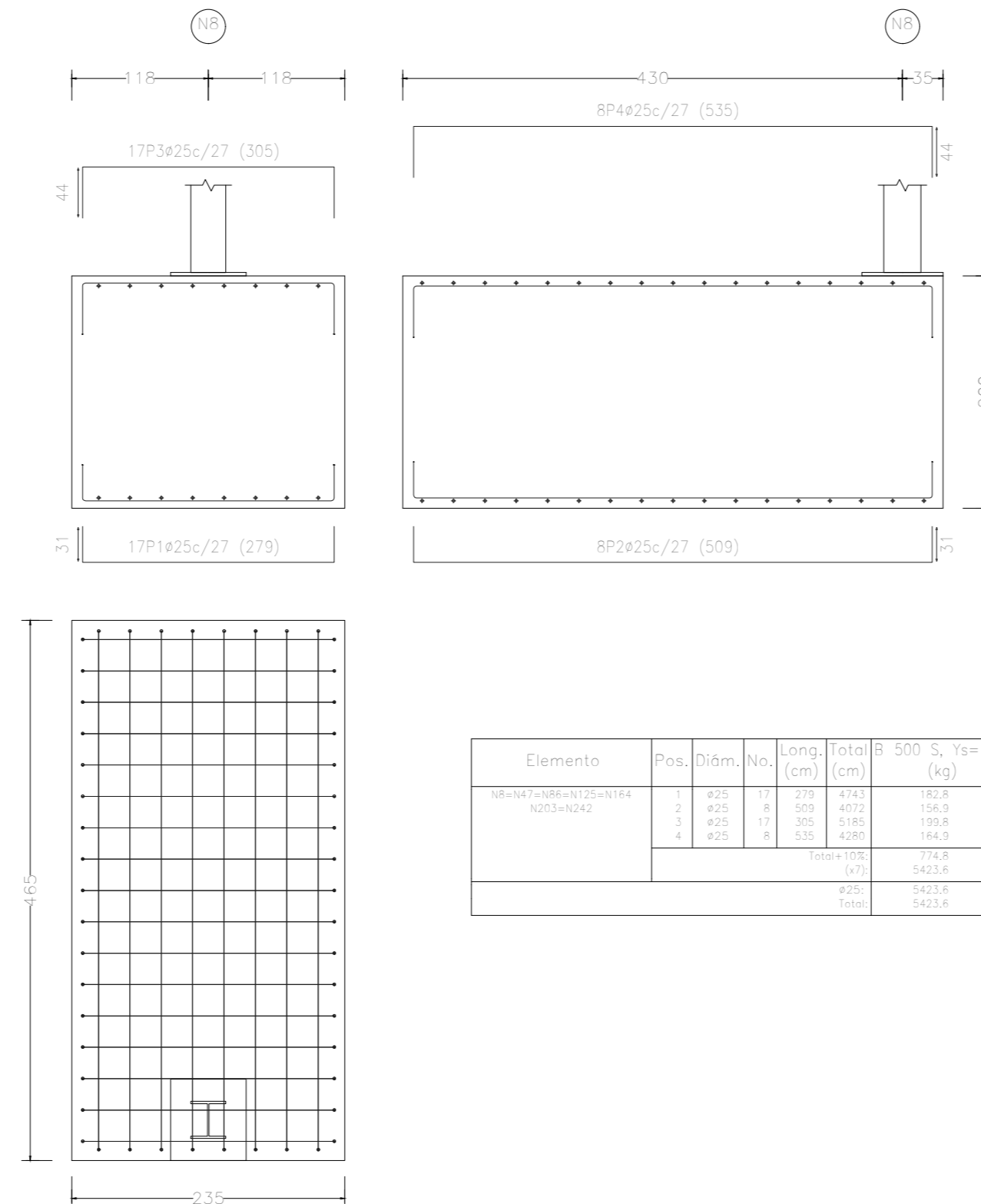


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N3=N1=N281	1	ø16	16	379	6064	95,7
	2	ø16	16	379	6064	95,7
	3	ø16	16	379	6064	95,7
	4	ø16	16	379	6064	95,7
Total+10%:					421,1	1263,3
N329	5	ø12	10	184	1840	16,3
	6	ø12	10	184	1840	16,3
	7	ø12	10	184	1840	16,3
	8	ø12	10	184	1840	16,3
Total+10%:					71,7	214,6
					ø12:	71,7
					ø16:	1263,3
					Total:	1335,0

N329

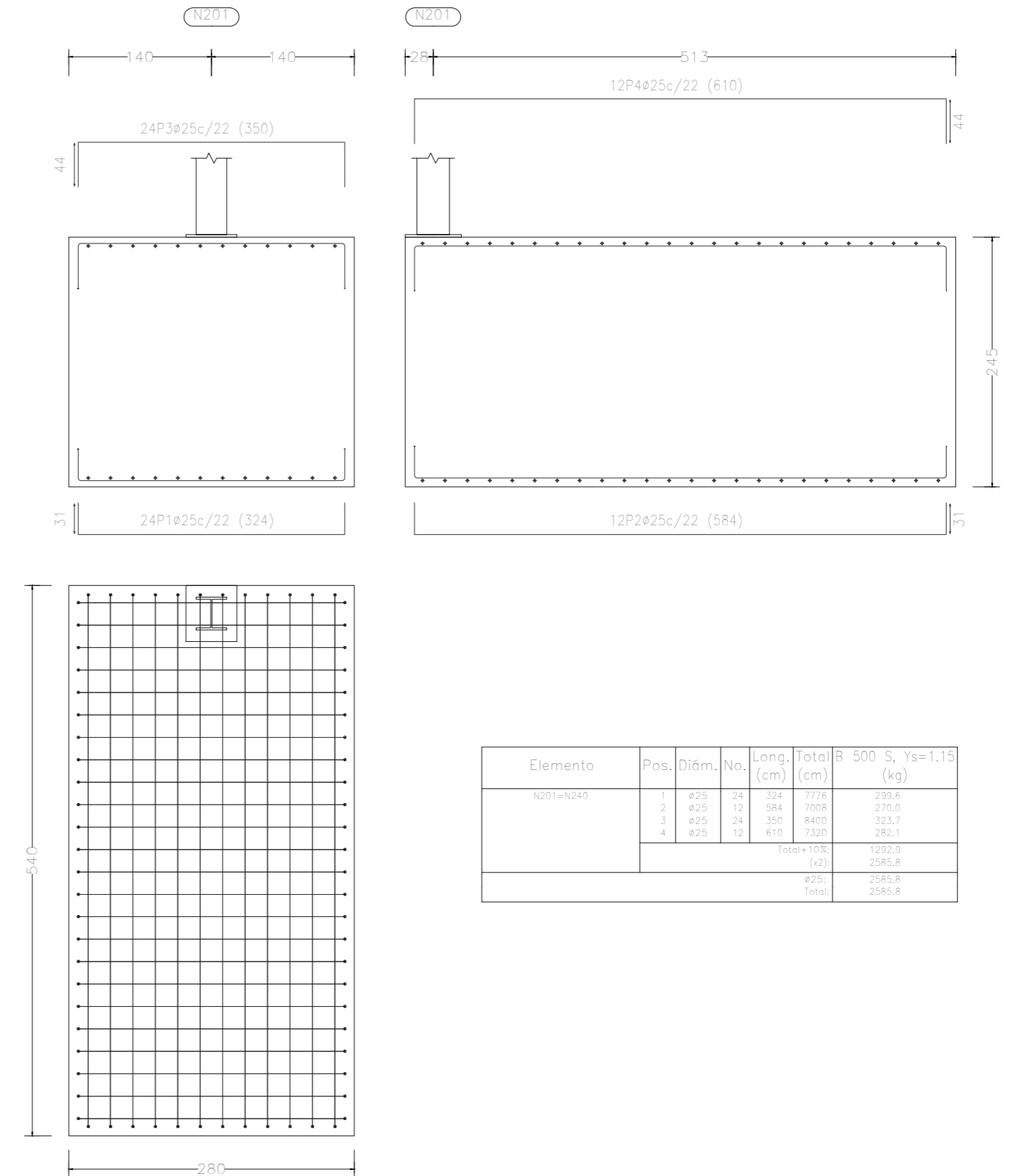


N8, N47, N86, N125, N164, N203 y N242



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N8=N47=N86=N125=N164 N203=N242	1	ø25	17	270	4743	182,8
	2	ø25	8	509	4072	156,9
	3	ø25	17	305	5185	199,8
	4	ø25	8	535	4280	164,9
Total+10%:					774,8	294,4
					ø25:	5423,6
					Total:	5423,6

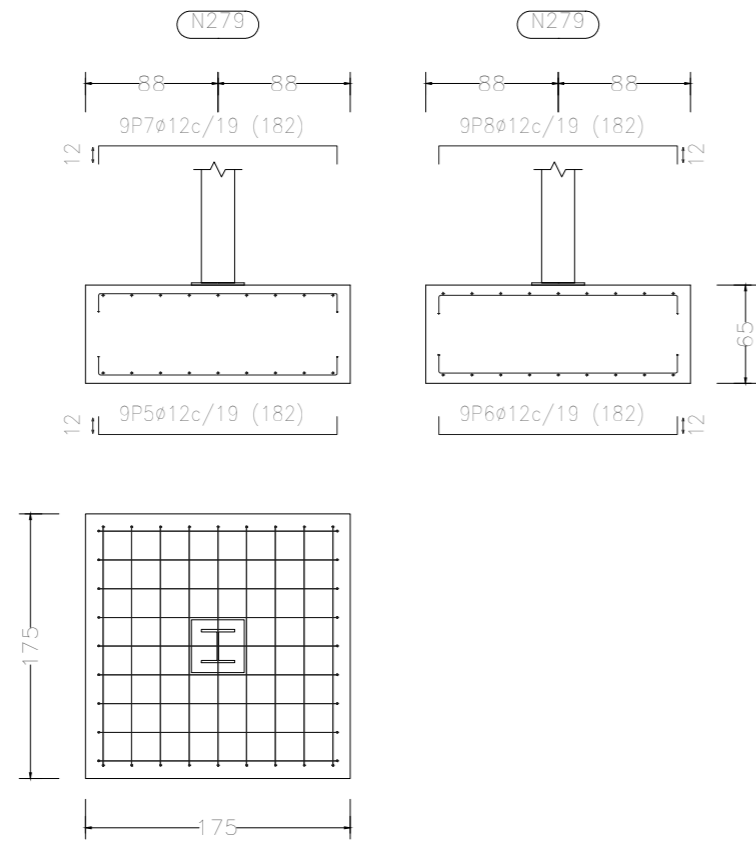
N201 y N240



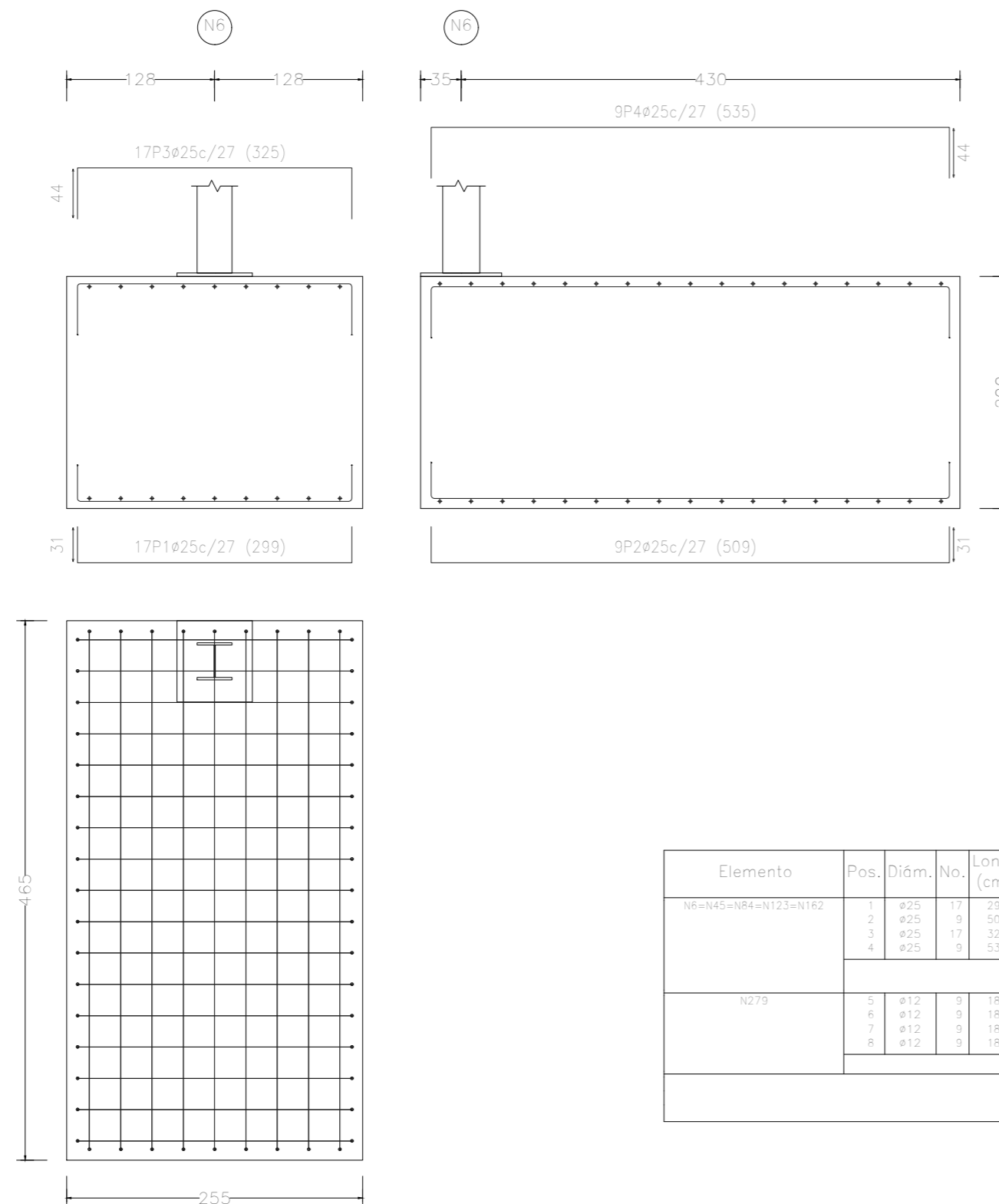
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N201=N240	1	ø25	24	324	7776	299,6
	2	ø25	12	584	7008	270,0
	3	ø25	24	350	8400	323,7
	4	ø25	12	610	7320	282,1
Total+10%:					1292,9	475,4
					ø25:	2585,8
					Total:	2585,8

Creado por: Néstor González	Unidad: cm	Tipo de documento: Plano de detalle	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
	Escala: 1:50	Estado del documento: Editado	Número del plano: 14	Método de representación:
	Formato: A2	Título del plano: Elementos de cimentación. Zapatas nº1	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es
			Hoja: 1/1	

N279

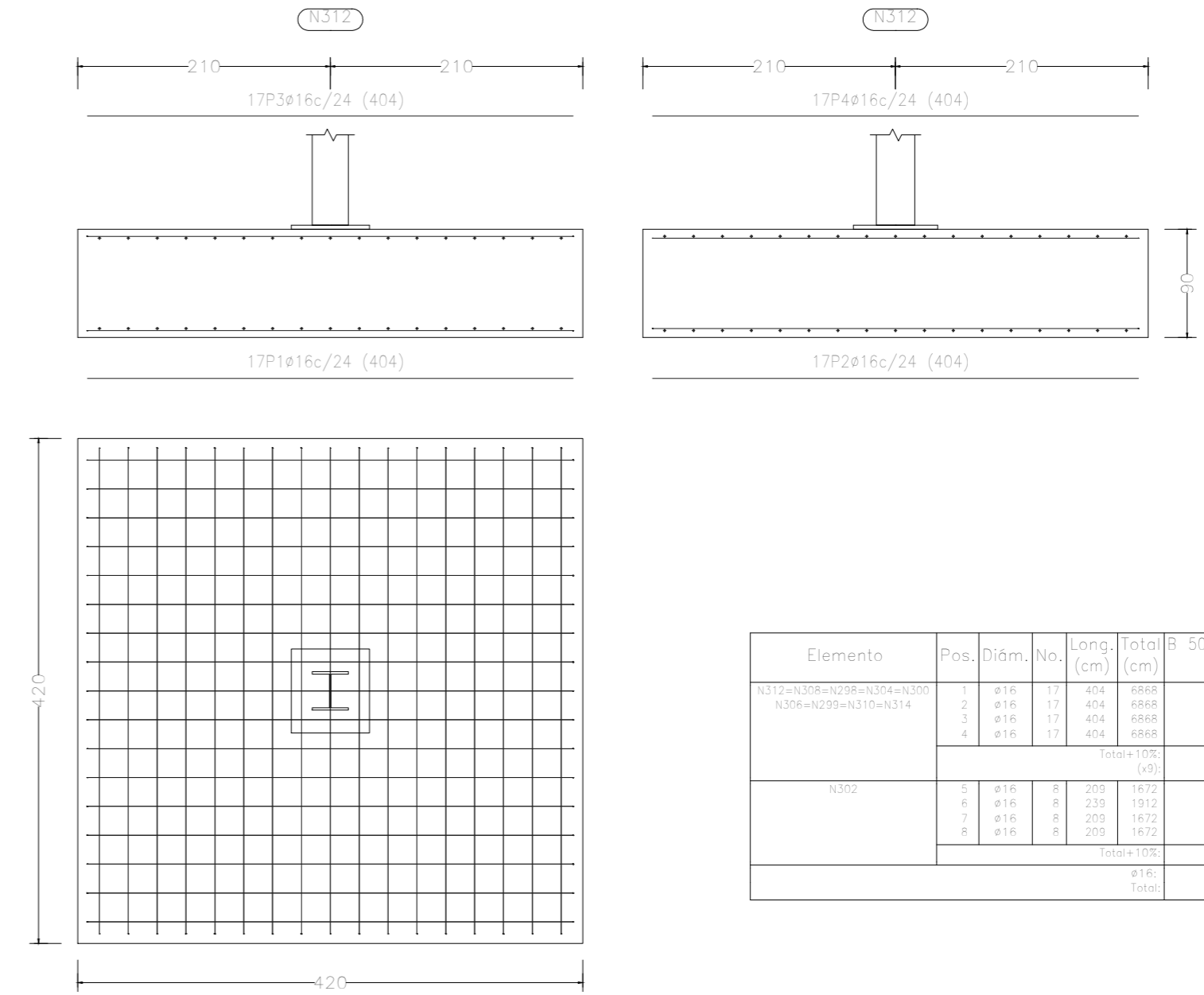


N6, N45, N84, N123 y N162



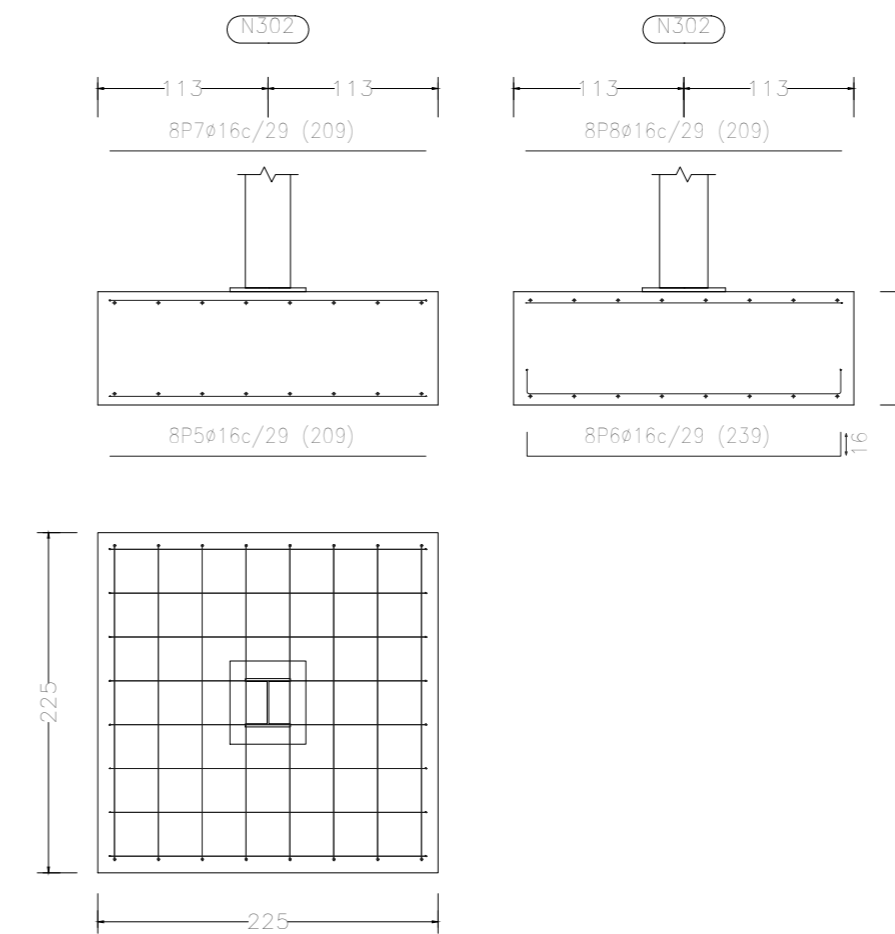
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S _y =1.15 (kg)
N6=N45=N84=N123=N162	1	ø25	17	299	5083	195.9
	2	ø25	9	509	4581	176.5
	3	ø25	17	325	5525	212.9
	4	ø25	9	535	4815	185.5
Total+10% (x5):					847.9	
Total+10% (x5):					4239.5	
N279	5	ø12	9	182	1638	14.5
	6	ø12	9	182	1638	14.5
	7	ø12	9	182	1638	14.5
	8	ø12	9	182	1638	14.5
Total+10% (x5):					63.8	
ø12:					63.8	
ø25:					4239.5	
Total:					4303.3	



N312, N308, N298, N304, N300, N306, N299, N310 y N314



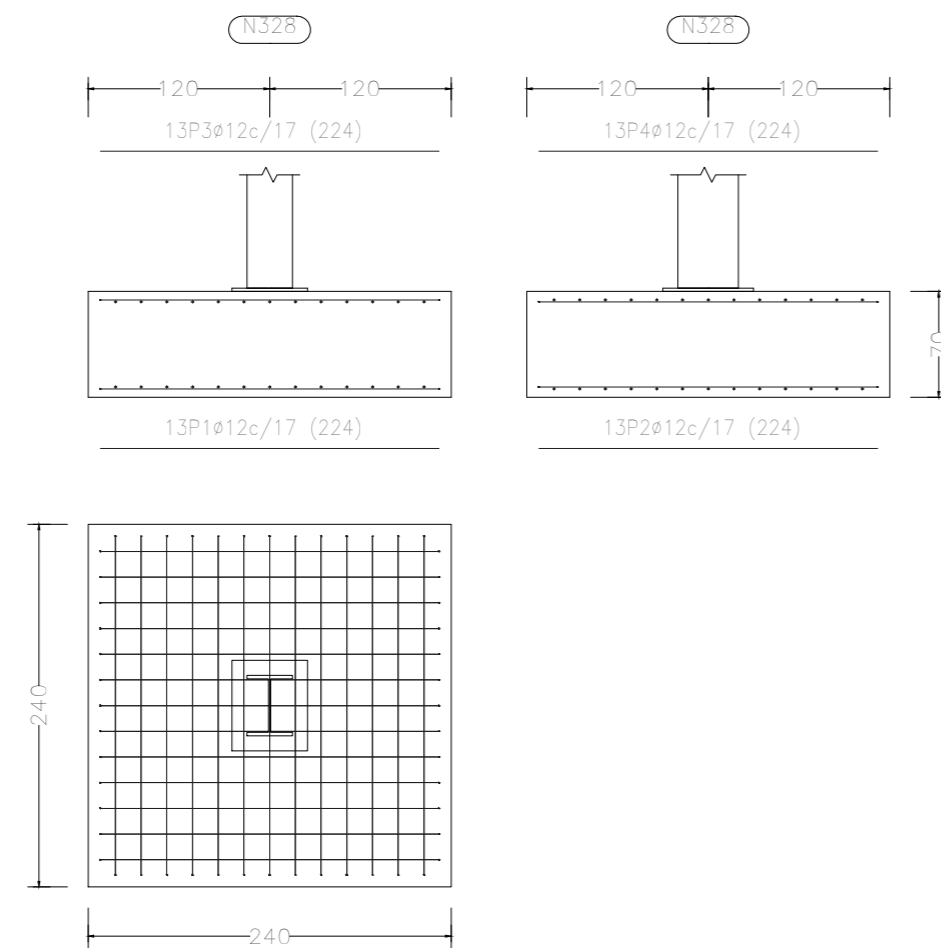
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S _y =1.15 (kg)
N312=N308=N298=N304=N300 N306=N299=N310=N314	1	ø16	17	404	6868	108.4
	2	ø16	17	404	6868	108.4
	3	ø16	17	404	6868	108.4
	4	ø16	17	404	6868	108.4
Total+10% (x5):					477.6	
Total+10% (x5):					4295.0	
N302	5	ø16	8	209	1672	26.4
	6	ø16	8	239	1912	30.2
	7	ø16	8	209	1672	26.4
	8	ø16	8	209	1672	26.4
Total+10% (x5):					126.3	
ø16:					4413.3	
Total:					4413.3	

N302

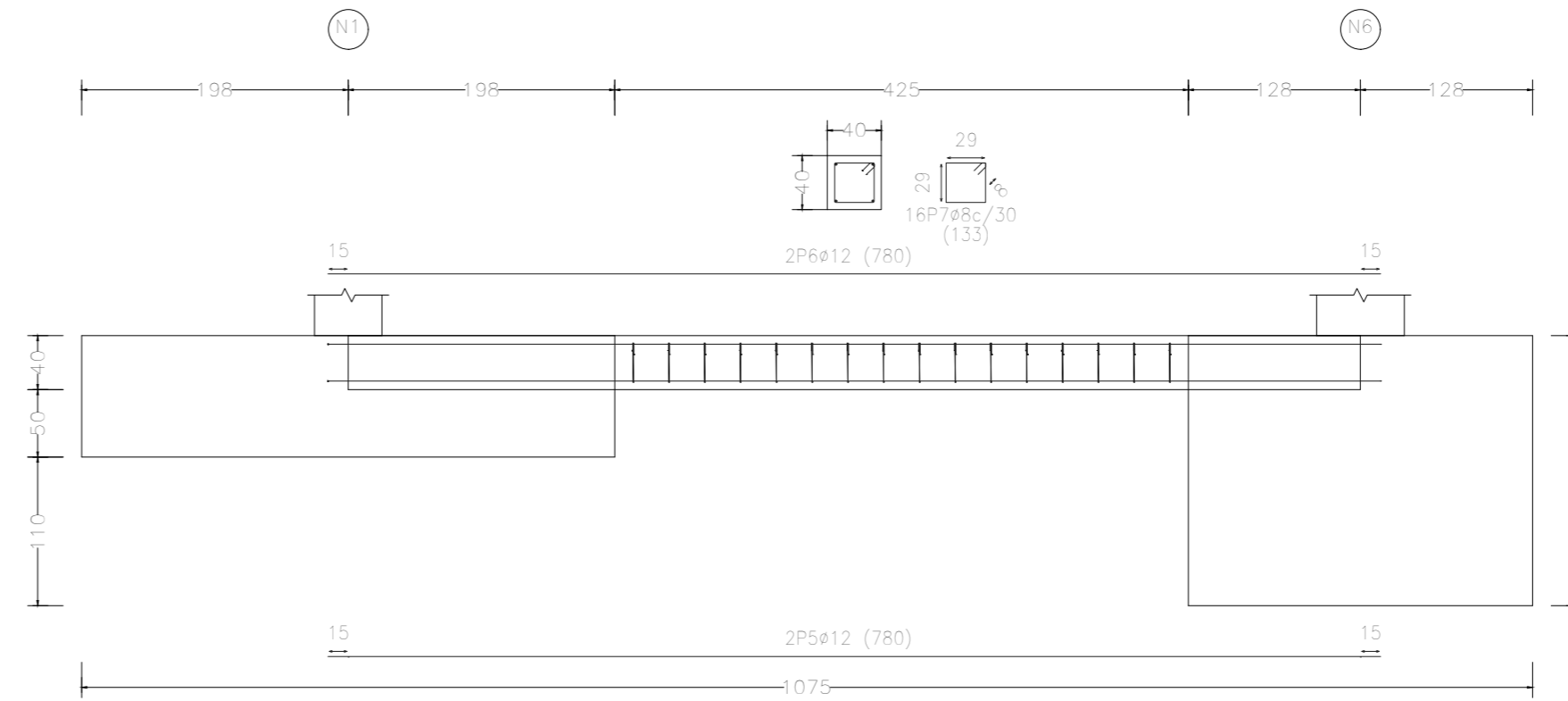


Creado por: Néstor González	Unidad: cm	Tipo de documento: Plano de detalle	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME I	Escala: 1:50	Estado del documento: Editado	Número del plano: 15	Método de representación: 
	Formato: A2	Título del plano: Elementos de cimentación. Zapatas nº2	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es

N328



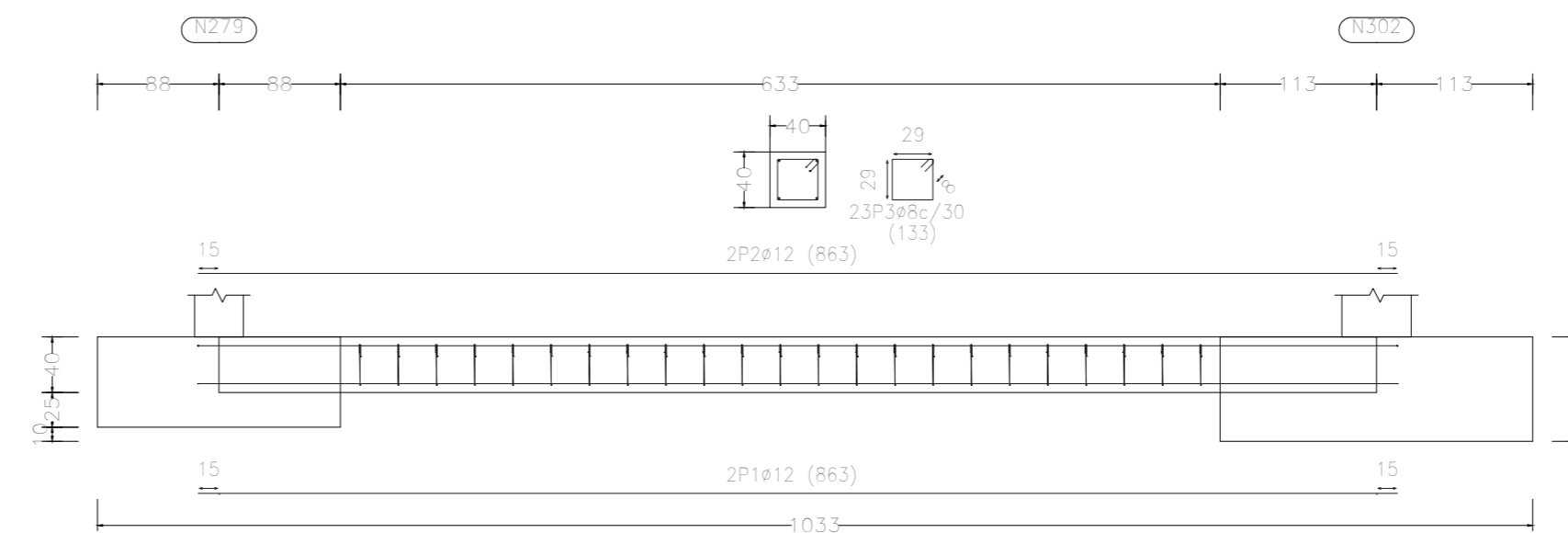
C [N1-N6], C [N6-N45], C [N45-N84], C [N84-N123], C [N123-N162], C [N162-N201], C [N201-N240], C [N240-N279],
C [N281-N242], C [N242-N203], C [N203-N164], C [N164-N125], C [N125-N86], C [N86-N47], C [N47-N8], C [N8-N3], C [N329-N328]
y C [N328-N302]


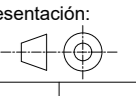


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N328	1	ø12	13	224	2912	25,9
	2	ø12	13	224	2912	25,9
	3	ø12	13	224	2912	25,9
	4	ø12	13	224	2912	25,9
Total+10%						114,0
C [N1-N6]=C [N6-N45]	5	ø12	2	780	1560	13,9
C [N45-N84]=C [N84-N123]	6	ø12	2	780	1560	13,9
C [N123-N162]=C [N162-N201]	7	ø8	16	133	2128	8,4
C [N201-N240]=C [N240-N279]						
C [N281-N242]=C [N242-N203]						
C [N203-N164]=C [N164-N125]						
C [N125-N86]=C [N86-N47]						
C [N47-N8]=C [N8-N3]						
C [N329-N328]=C [N328-N302]						
Total+10%					(x15)	39,8
						716,4
						ø8:
						165,6
						ø12:
						664,8
						Total:
						830,4

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N279-N302]=C [N302-N306]	1	ø12	2	863	1726	15,3
C [N306-N299]=C [N299-N310]	2	ø12	2	863	1726	15,3
C [N310-N314]=C [N314-N281]	3	ø8	23	133	3059	12,1
C [N3-N312]=C [N312-N308]						
C [N308-N298]=C [N298-N304]						
C [N304-N300]=C [N300-N1]						
C [N329-N201]=C [N328-N240]						
Total+10%					(x14)	47,0
						658,0
						ø8:
						186,2
						ø12:
						471,8
						Total:
						658,0

C [N279-N302], C [N302-N306], C [N306-N299], C [N299-N310], C [N310-N314], C [N314-N281], C [N3-N312], C [N312-N308],
C [N308-N298], C [N298-N304], C [N304-N300], C [N300-N1], C [N329-N201] y C [N328-N240]



Creado por: Néstor González	Unidad: cm	Tipo de documento: Plano de detalle	Título del TFG: Proyecto de construcción de una nave industrial para una actividad de taller y almacén de máquinas elevadoras	
 UNIVERSITAT JAUME I	Escala: 1:50	Estado del documento: Editado	Número del plano: 16	Método de representación: 
	Formato: A2	Título del plano: Elementos de cimentación. Zapatas y vigas de atado	Fecha de edición: 2021-10-11	Idioma: es
				Hoja: 1/1