



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA PARA NAVE  
INDUSTRIAL DE 1280 m<sup>2</sup> DEDICADA AL  
MANTENIMIENTO DE CÁPSULAS DE HYPERLOOP,  
UBICADA EN ALBUIXECH.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Castillo Adiego, Jaime

Tutor/a: Mené Aparicio, Jesús

Cotutor/a: Castillo Júdez, Gregorio

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA  
PARA NAVE INDUSTRIAL DE 1280 m<sup>2</sup>  
DEDICADA AL MANTENIMIENTO DE  
CÁPSULAS DE HYPERLOOP, UBICADA EN  
ALBUIXECH.**

AUTOR: JAIME CASTILLO ADIEGO  
TUTOR: JESÚS MENÉ APARICIO  
COTUTOR: GREGORIO CASTILLO JÚDEZ

**Curso Académico: 2021-22**

## RESUMEN

El TFG desarrollará el diseño y dimensionado de una estructura metálica para una nave dedicada a realizar labores de mantenimiento y reparación de las cápsulas de Hyperloop. La nave dispondrá de puente grúa, así como espacio para almacenamiento de material. Se desarrollará igualmente, una edificación anexa a la nave para acoger espacios de administración, oficinas y servicios vinculados a los trabajadores. La nave se ubicará en el polígono industrial de Albuixech, y ocupará una superficie aproximada de 1280 m<sup>2</sup>.

Para la realización del TFG se aplicarán los conocimientos adquiridos en las asignaturas del grado (Estructuras, Tecnología de la Construcción, Expresión Gráfica y Proyectos) y se utilizarán programas informáticos comerciales de cálculo estructural y dibujo. El cálculo estructural se complementará con los documentos relativos a Memoria y Presupuestos, y los planos correspondientes.

Las normas a tener en cuenta en la realización de este TFG serán las vigentes actualmente, es decir, Código Técnico de la Edificación y Código Estructural.

**Palabras Clave:** Cálculo estructural; estructura metálica; simulación por ordenador; proyecto de estructura

## RESUM

El TFG desenvoluparà el disseny i dimensionat d'una estructura metàl·lica per a una nau dedicada a realitzar labors de manteniment i reparació de les càpsules de Hyperloop. La nau disposarà de pont grua, així com espai per a emmagatzematge de material. Es desenvoluparà igualment, una edificació annexa a la nau per a acollir espais d'administració, oficines i serveis vinculats als treballadors. La nau se situarà en el polígon industrial d'Albuixech, i ocuparà una superfície aproximada de 1280 m<sup>2</sup>.

Per a la realització del TFG s'aplicaran els coneixements adquirits en les assignatures del grau (Estructures, Tecnologia de la Construcció, Expressió Gràfica i Projectes) i s'utilitzaran programes informàtics comercials de càlcul estructural i dibuix. El càlcul estructural es complementarà amb els documents relatius a Memòria i Pressupostos, i els plans corresponents.

Les normes a tindre en compte en la realització d'aquest TFG seran les vigents actualment, és a dir, Codi Tècnic de l'Edificació i Codi Estructural.

**Paraules clau:** Càlcul estructural; estructura metàl·lica; simulació per ordinador; projecte d'estructura

## **ABSTRACT**

The FDP (Final Degree Project) will develop the design and dimensioning of a metallic structure for a building dedicated to the maintenance and repair of Hyperloop pods. The building will have an overhead travelling crane, as well as space for material storage. It will also be developed a building attached to the structure to accommodate administration areas, offices and services related to the employees. The building will be located in the industrial park of Albuixech, and will occupy an approximately area of 1280 m<sup>2</sup>.

In order to carry out the FDP, the knowledge acquired in the degree subjects (Structures, Construction Technology, Graphic Expression and Projects) will be applied and commercial structural calculation and drawing software will be used. The structural calculation will be complemented by the documents related to Memory and Budgets, and the corresponding plans.

The rules to be taken into account in the realization of this FDP will be those currently in force, i.e. Technical Building Code and Structural Code.

**Keywords:** Structural calculation; metal structure; computer simulation; structure project

# ÍNDICE GENERAL

Parte I:

**MEMORIA DESCRIPTIVA**

Parte II:

**ANEXO DE CÁLCULO**

Parte III:

**PRESUPUESTO**

Parte IV:

**PLANOS**

# ÍNDICE MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2. Motivación.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Justificación .....</b>	<b>12</b>
<b>3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>12</b>
<b>4. NORMATIVA .....</b>	<b>13</b>
<b>5. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO .....</b>	<b>14</b>
<b>6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>15</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>16</b>
<b>7.1. Geometría.....</b>	<b>16</b>
<b>7.2. Distribución en planta .....</b>	<b>17</b>
<b>7.3. Superficie .....</b>	<b>19</b>
<b>7.4. Elementos estructurales .....</b>	<b>20</b>
7.4.1. Actuaciones previas sobre el terreno .....	20
7.4.2. Cimentación.....	20
7.4.3. Placas de anclaje.....	20
7.4.4. Pórticos de fachada.....	21
7.4.5. Pórticos interiores.....	22
7.4.6. Fachadas laterales .....	23
7.4.7. Cubierta.....	23
7.4.8. Puente grúa .....	24
7.4.9. Correas laterales y de cubierta.....	26
7.4.10. Bloque de oficinas.....	26
7.4.10.1. Primera planta .....	27
7.4.10.2. Cubierta (Bloque de oficinas) .....	27
7.4.11. Cerramientos .....	28
<b>8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....</b>	<b>29</b>
<b>9. BIBLOGRAFÍA .....</b>	<b>29</b>

# ÍNDICE ANEXO DE CÁLCULO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>2. NORMATIVA .....</b>	<b>31</b>
<b>3. ESTUDIO GEOTÉCNICO.....</b>	<b>32</b>
<b>4. MATERIALES .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1. Acero .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2. Hormigón.....</b>	<b>33</b>
<b>5. ACCIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1. Acciones Permanentes.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2. Acciones Variables.....</b>	<b>34</b>
5.2.1. Sobrecarga de uso .....	34
5.2.2. Puente grúa .....	35
5.2.3. Viento.....	35
5.2.3.1. Presion dinámica ( $q_b$ ).....	36
5.2.3.2. Coeficiente de exposición ( $c_e$ ).....	36
5.2.3.3. Coeficiente eólico ( $c_p$ ).....	37
5.2.4. Nieve .....	44
<b>6. COMPROBACIÓN ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1. Pilar (Nave Principal) .....</b>	<b>45</b>
6.1.1. Comprobación del Estado Límite Último por resistencia.....	46
6.1.2. Comprobación del radio de giro y del Estado Límite Último por pandeo.....	47
6.1.3. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación .....	52
<b>6.2. Jácena (Nave Principal).....</b>	<b>52</b>
6.2.1. Comprobación del Estado Límite Último por resistencia.....	53
6.2.2. Comprobación del radio de giro y del Estado Límite Último por pandeo.....	54
6.2.3. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación .....	56
<b>6.3. Diagonales (Nave Principal).....</b>	<b>57</b>
<b>6.4. Comprobación Viga Carrilera (Puente Grúa).....</b>	<b>58</b>
6.4.1. Comprobación del Estado Límite Último por resistencia.....	58
6.4.2. Comprobación de radio de giro.....	59
6.4.3. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación .....	60
<b>6.5. Comprobación Correas de Cubierta .....</b>	<b>60</b>

6.5.1.	Comprobación Estado Límite Último por resistencia .....	60
6.5.2.	Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación .....	61
<b>6.6.</b>	<b>Comprobación Placa de Anclaje (Más Desfavorable).....</b>	<b>62</b>
6.6.1.	Comprobación del Estado Límite Último de agotamiento del apoyo .....	63
6.6.2.	Comprobación del Estado Límite Último de agotamiento de la placa a flexión .....	64
<b>6.7.</b>	<b>Comprobación Zapata (Más Desfavorable).....</b>	<b>66</b>
6.7.1.	Comprobación del Estado Límite Último por hundimiento .....	67
6.7.2.	Comprobación del Estado Límite Último a vuelco.....	67
6.7.3.	Comprobación del Estado Límite Último por deslizamiento.....	67
<b>6.8.</b>	<b>Comprobaciones E.L.U. CYPE Resumido .....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE PRESUPUESTO

CAPÍTULO: 1 Movimientos de tierras .....	79
CAPÍTULO: 2 Cimentaciones y Soleras .....	81
CAPÍTULO: 3 Estructura de acero .....	83
CAPÍTULO: 4 Estructura de Hormigón .....	91
CAPÍTULO: 5 Cerramiento Nave .....	93
CAPÍTULO: 6 Gestión de residuos estructura .....	94
CAPÍTULO: 7 Control de calidad estructura .....	94
CAPÍTULO: 8 Seguridad y salud .....	94
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....	95
PRESUPUESTO GLOBAL DE LICITACIÓN .....	95

## ÍNDICE PLANOS

TÍTULO	Nº PLANO
• Plantas de Distribución .....	0.1
• Fachada Frontal Nave Industrial del Proyecto .....	0.2
• Vista 3D Nave Completa .....	1
• Plano de Cimentación.....	2
• Pórtico Fachada Alineación A .....	3
• Pórtico Interior Alineación B .....	4
• Pórtico Interior Alineación C, D, E, F, G, y H .....	5
• Pórtico Fachada Alineación I .....	6
• Pórtico Alineación J y Fachada Lateral Alineación 1 .....	7
• Fachada Lateral Alineación 4 .....	8
• Plano Viga Carrilera .....	9
• Plano de Cubierta (Nave Principal) .....	10
• Forjado 1 y Forjado 2 (Bloque de Oficinas) .....	11
• Detalle de las Uniones .....	12



*Parte I:*

***MEMORIA***

***DESCRIPTIVA***

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto abarca el estudio, cálculo y diseño de una estructura metálica de 1280 m<sup>2</sup> situada en el polígono industrial de Albuixech (Valencia), destinada al mantenimiento y almacenamiento de cápsulas de Hyperloop. La estructura consta de un puente grúa para el desplazamiento de dichas cápsulas y un bloque de oficinas, anexo al edificio principal, para realizar labores administrativas.

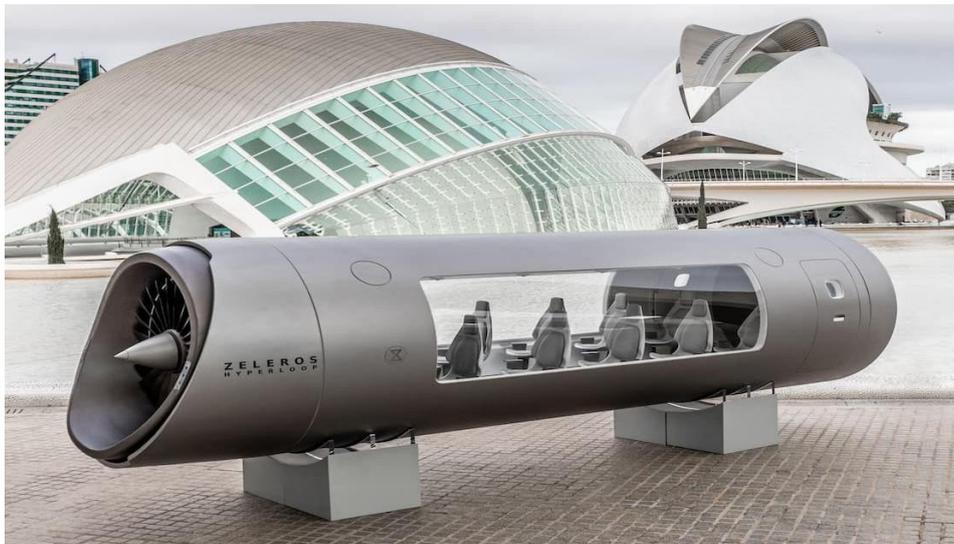
Se ha utilizado el programa CYPE 3D y CYPECAD para el dimensionamiento y cálculo de la nave de este trabajo. El objetivo del correspondiente Trabajo Fin de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales es demostrar los conocimientos adquiridos en el campo del diseño estructural durante el grado.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Antecedentes

Hyperloop es una nueva tecnología en desarrollo que se explica como un sistema de transporte basado en cápsulas (Ilustración 1) que viajan en tubos al vacío. Con esta premisa, estas cápsulas alcanzarían velocidades muy elevadas con rozamiento nulo, según la teoría llegando a los 1200 km/h.

Con la llegada de estas cápsulas, surge la idea de realizar una nave industrial dedicada al mantenimiento, reparación y almacenamiento de las mismas.



*Ilustración 1. Concepto cápsula de Hyperloop*

### 2.2. Motivación

El fin de realizar este proyecto es plasmar los conocimientos adquiridos durante los cursos previos, más concretamente en el ámbito de la construcción. Así como afianzar el uso de programas informáticos que resultan imprescindibles para un ingeniero, como por ejemplo CYPE, AutoCAD y Arquímedes.

### 2.3. Justificación

Se ha decidido realizar este proyecto relacionado con Hyperloop debido a que es considerado el futuro del transporte público. Y podrá atraer a muchas empresas a realizar proyectos de ingeniería de esta nueva tecnología.

Se decide plantear una estructura metálica con capacidad para varias cápsulas de este nuevo medio de transporte con el objetivo de realizar las labores de mantenimiento necesarias y almacenaje si corresponde.

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El edificio industrial estará situado en el polígono industrial de la localidad de Albuixech, en la provincia de Valencia. En las siguientes imágenes se mostrará con mayor detalle la ubicación concreta de dicho polígono industrial.

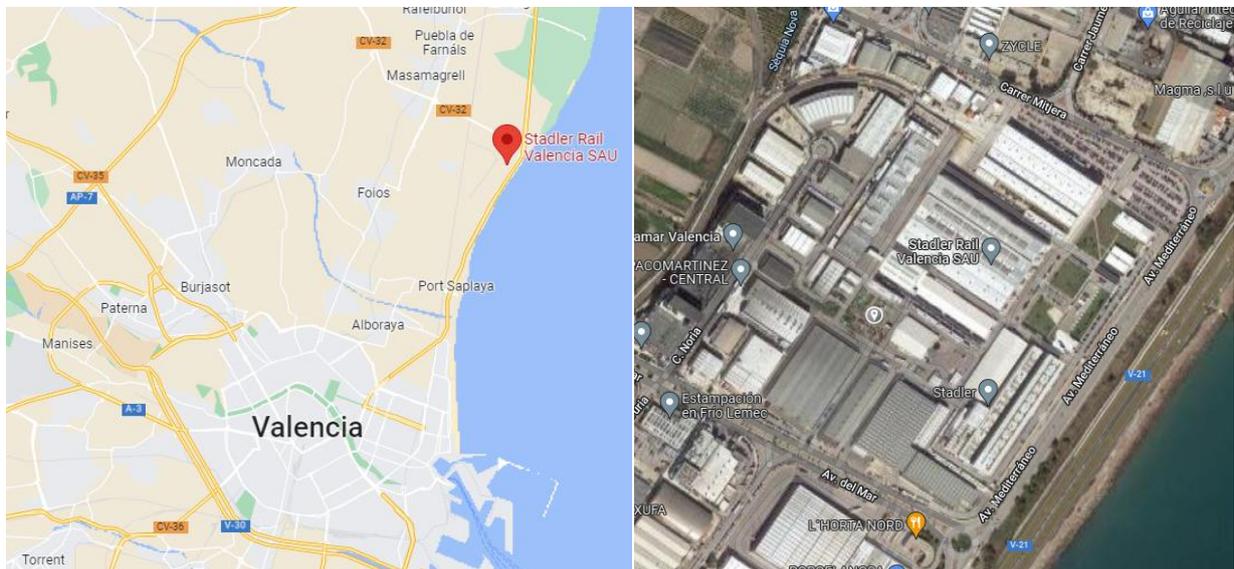


Ilustración 2. Ubicación polígono industrial Albuixech (Fuente: Google Maps)

Como se puede apreciar en ambas imágenes, en dicho polígono industrial se ubica Stadler (fábrica de vehículos ferroviarios), que guarda cierta relación con las cápsulas de Hyperloop mencionadas, ya que este nuevo medio de transporte es el sustituto directo del tren y el metro, por lo que en un futuro esta fábrica podría estar produciendo material para este nuevo medio de transporte.

Además, se ha seleccionado este emplazamiento porque tiene cercanía con la ciudad de Valencia, tan sólo 15 km de distancia, y fácil acceso desde la autovía V-21. Gracias a esto, se agiliza la llegada del material necesario para el mantenimiento y reparación de las cápsulas.

## 4. NORMATIVA

Para la realización del presente proyecto y su correcto cumplimiento, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, en el que se establecen las exigencias básicas que deben cumplir los edificios y sus instalaciones, definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).  
Este Real Decreto se complementa con los Documentos Básicos, que determinan la forma y condiciones en las que deben cumplirse las exigencias para alcanzar la calidad adecuada en los edificios. De las exigencias contenidas en el documento del CTE, en el presente trabajo se aplicarán:
  - Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE). Documento con modificaciones del Real Decreto 732/2019.
  - Documento Básico de Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).
  
- Código Estructural (CE), aprobado por el Real Decreto 470/2021 de 29 de junio. Reglamentación que regula las estructuras de hormigón, acero y mixtas de hormigón-acero, tanto de edificación como de obra civil, y que sustituye a la anterior Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) y la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

## 5. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Como se ha mencionado anteriormente en este proyecto, Hyperloop es una nueva tecnología que se encuentra en desarrollo. Por esta razón, no se tiene información exacta acerca de las medidas y peso de las cápsulas con las que se estarían trabajando en esta nave industrial.

Con la información obtenida de varias páginas web, se ha estimado un tamaño aproximado que se utilizará en el proyecto. Según esta información, la cápsula (Ilustración 3) tendrá entre 6 a 8 metros de longitud con un diámetro de entre 2,5 a 3 metros.



*Ilustración 3. Cápsula estimada para el proyecto*

Otro requisito a tener en cuenta es colocar un puente grúa para el desplazamiento de las cápsulas por el interior de la nave industrial. Se ha estimado un peso de entre 2.500 a 3.500 kilos por cápsula, por lo que se ha optado por colocar un puente grúa birrail (Ilustración 4) con una capacidad máxima de carga de hasta 5 toneladas.

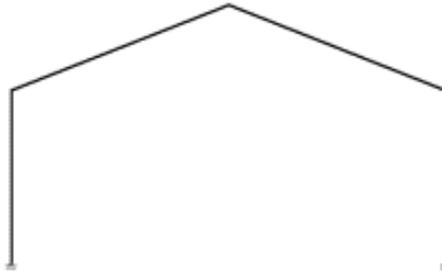


*Ilustración 4. Puente grúa birrail (Fuente: GH Cranes)*

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

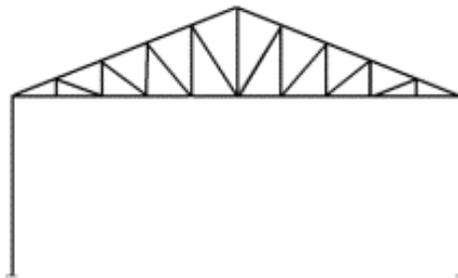
Con los requisitos de diseño ya mencionados, se estudian diferentes alternativas para la ejecución de la nave principal. Entre las diversas alternativas, se ha optado por dos variantes:

- Nave simple a dos aguas a base de pórticos rígidos (Ilustración 5): se trata de una estructura simple, que puede resultar beneficiosa cuando se quiere colocar un puente grúa debido a que entorpece menos el espacio, pero no puede tener luces muy elevadas. Resulta más fácil su montaje en obra, factor importante respecto a los plazos de construcción.



*Ilustración 5. Nave simple a dos aguas. Pórtico rígido*

- Nave simple a dos aguas a base de celosías (Ilustración 6): se trata de una estructura triangulada que puede abarcar luces muy elevadas con perfiles habituales. Su estructura suele ser más ligera que la de los pórticos rígidos. Esta estructura resulta más adecuada en los casos que se quiera colocar un falso techo.



*Ilustración 6. Nave simple a dos aguas. Celosía tipo Pratt*

En base a lo expuesto, y con las necesidades de este proyecto, se decide realizar una nave simple a dos aguas a base de pórticos rígidos, ya que se necesita colocar un puente grúa y la luz de la nave no es excesivamente grande. Se ha tomado la decisión de no colocar un altillo en el interior de la nave para no entorpecer el movimiento del puente grúa. En cambio, se colocará un bloque de oficinas anexo para realizar labores administrativas y almacenamiento de material.

Cabe destacar que la nave a base de pórticos rígidos ha sido el tipo de estructura industrial más repetido y estudiado durante el grado.

## 7. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 7.1. Geometría

El proyecto de construcción (Ilustración 7) cuenta con una superficie de 1280 m<sup>2</sup>, de los cuales 960 m<sup>2</sup> pertenecen a la nave principal y los 320 m<sup>2</sup> restantes forman parte de la estructura anexa destinada a labores administrativas. La nave principal se resuelve a base de pórticos rígidos con una luz de 24 m, una altura de pilar de 9 m y una altura de cumbrera máxima de 12 m, teniendo una inclinación de cubierta de 14,03°, una longitud total de 40 m con una separación entre pórticos de 5 m, obteniendo un total de 9 pórticos y 8 vanos. Los pórticos de fachada constan de 4 pilares separados una distancia de 8 m.

La estructura anexa tiene un diseño en forma de “L”, y hará la función de bloque de oficinas, tiene una profundidad de 35 m, con una separación entre pórticos de 5 m. Tiene una anchura de 8 m, excepto el primer vano que son 16 m. La altura total del bloque son 6,80 m, teniendo la primera planta a 3,55 m del suelo. Se puede apreciar en las imágenes a modo de croquis, cómo se vería cada parte de la estructura de manera independiente y una tercera imagen que muestra la estructura completa.

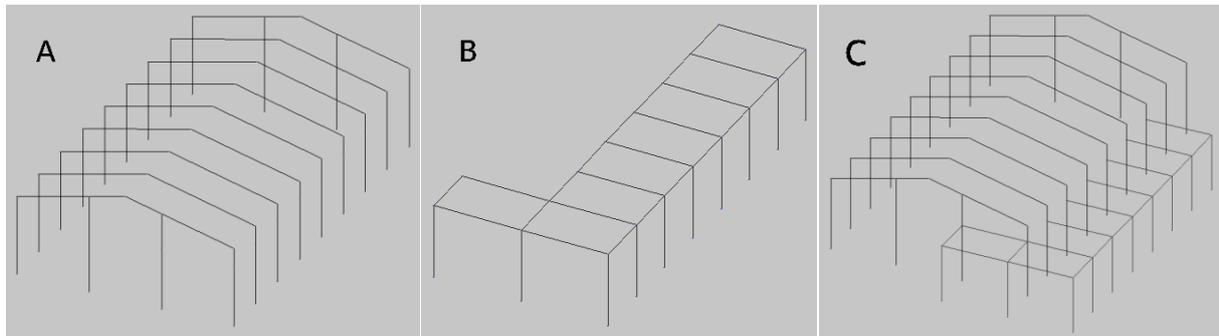


Ilustración 7. Croquis proyecto de nave industrial [A] Nave principal B) Bloque de oficinas C) Estructura completa]

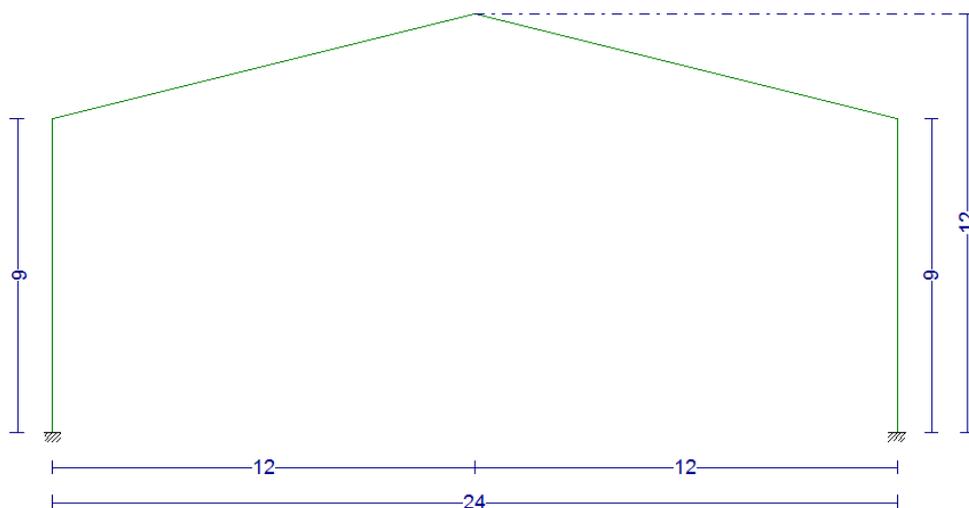


Ilustración 8. Dimensiones pórtico

## 7.2. Distribución en planta

Descritas las dimensiones del edificio industrial, se decide distribuir las distintas estancias para el personal de la nave. Como se puede apreciar en las imágenes, hay dos alturas, la planta baja y la primera planta. En la planta baja, en referencia a la nave principal, que es donde se trabajaría con las cápsulas de Hyperloop tenemos tres raíles: uno central pasante, que es por donde entrarán y saldrán las cápsulas de la nave; y dos laterales, donde se colocarán las cápsulas que se quieran almacenar o trabajar con ellas, ya sea mantenimiento, reparación o limpieza de la cápsula.

Respecto al bloque de oficinas, se tienen diversas áreas diferenciadas. En primer lugar, en la planta baja se puede apreciar una zona de control de accesos, una oficina técnica que gestionará las diversas actividades que se realicen con las cápsulas en la nave, un vestuario masculino y otro femenino, un área de descanso para los trabajadores y un almacén de recursos o herramientas que se necesitan para trabajar con las cápsulas. También hay una escalera metálica prefabricada para subir a la primera planta y un ascensor para minusválidos.

En la primera planta podemos diferenciar una zona de administración y un despacho para realizar labores administrativas y directivas, un baño, una sala de reuniones y un aula didáctica, que podrá ser utilizada para la presentación de nuevos proyectos, para mostrar lo que se realiza en la nave a nuevos clientes o para realizar charlas cuando vengan estudiantes de diversos ámbitos.

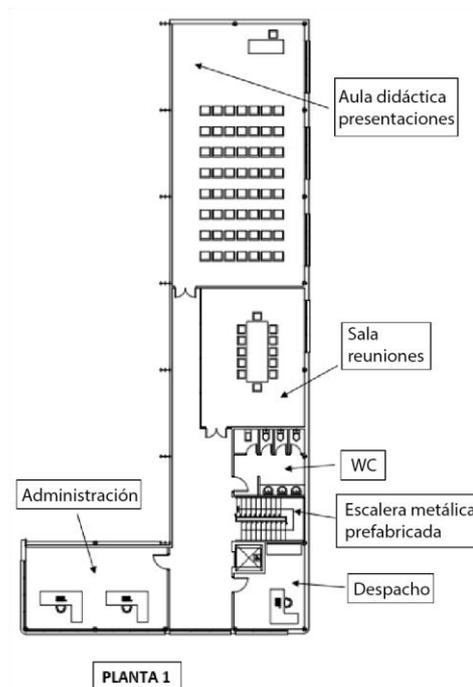
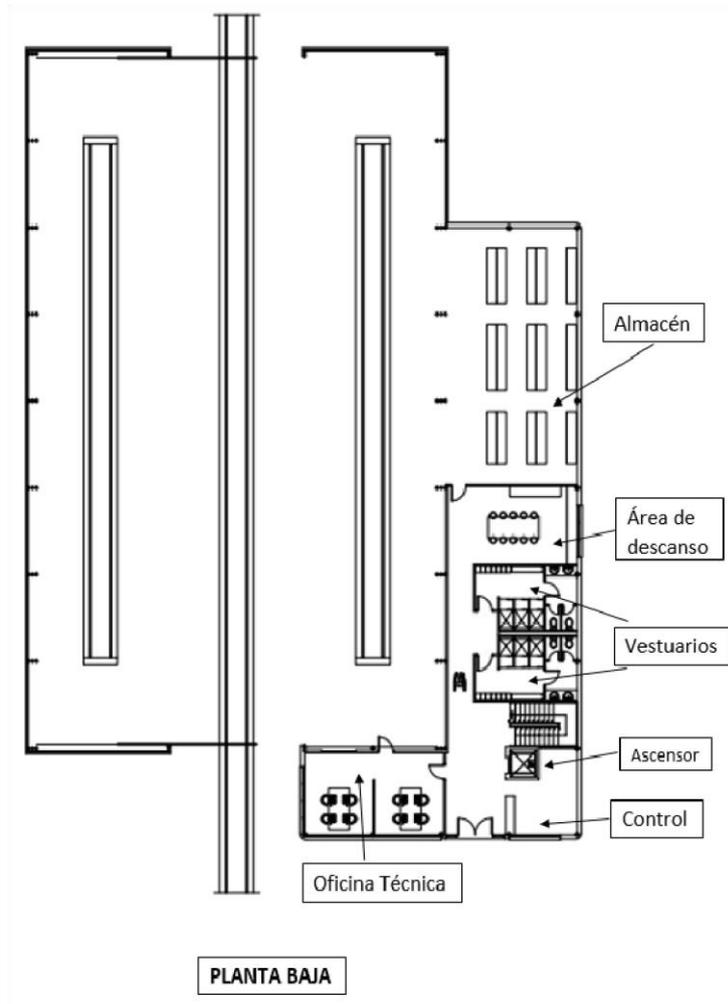


Ilustración 9. Distribución en planta

### 7.3. Superficie

La nave se colocará en el mismo polígono industrial en el cual se ubica la fábrica de Stadler (Fábrica de trenes). Con los datos obtenidos del registro catastral se tiene la información acerca de la parcela donde se construye la nave:

- Referencia catastral: 1608801YJ3010N0001QA
- Dirección: Av. Mediterráneo 2, 46550 Albuixech (Valencia)
- Uso: Industrial
- Año: 1978
- Superficie gráfica: 167.942 m<sup>2</sup>

Vistos los datos y con el plano del catastro virtual se decide colocar la nave del proyecto en una zona vacía del área del polígono industrial que se puede apreciar en la imagen. Esta ocupará un área de 1280 m<sup>2</sup>.

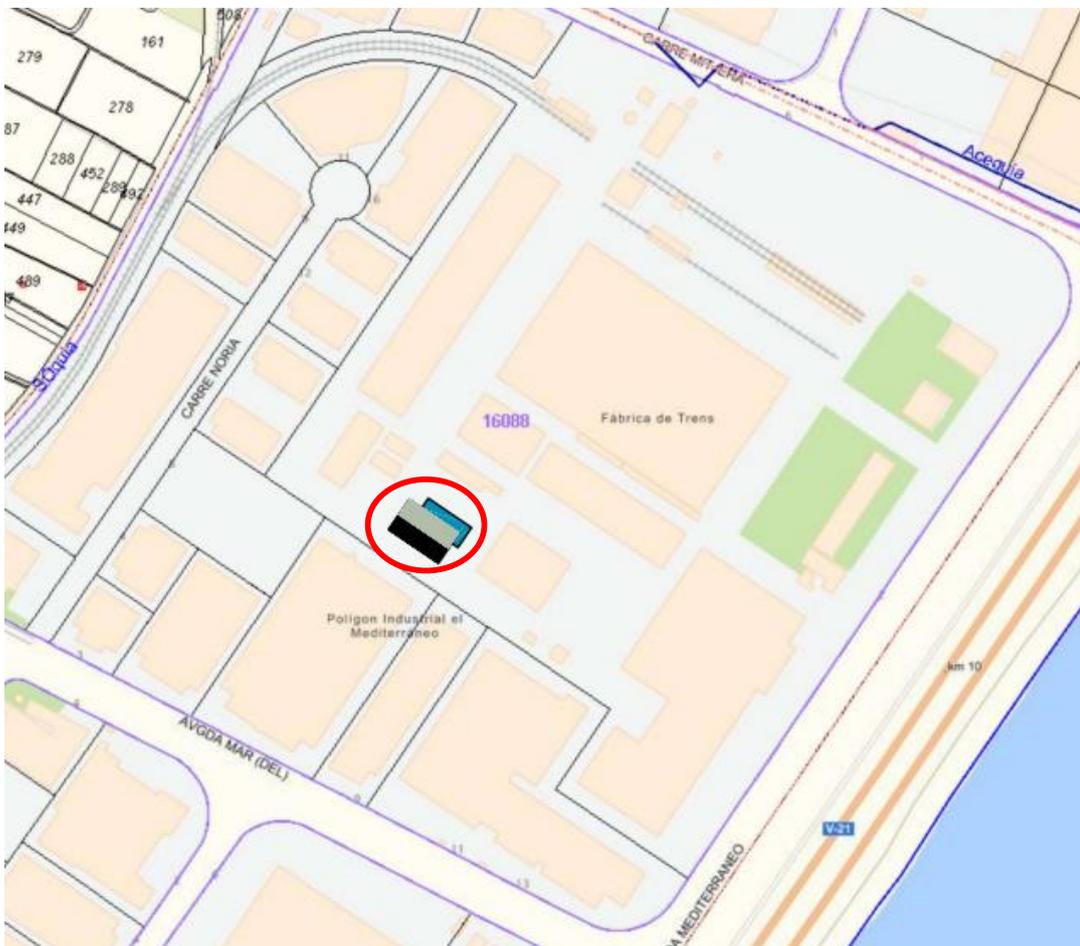


Ilustración 10. Plano catastral (Fuente: Sede Electrónica del Catastro)

## 7.4. Elementos estructurales

### 7.4.1. Actuaciones previas sobre el terreno

La parcela donde se ubicará la nave del proyecto forma parte del polígono industrial de la fábrica Stadler. A causa de esto, el terreno ya ha sido desbrozada y se encuentra disponible para construir, únicamente hay que limpiar el terreno de escombros y posteriormente excavar las zanjas para colocar las zapatas y vigas de atado correspondientes. Antes de colocar esta cimentación es necesario verter una capa de al menos 10 cm de hormigón de limpieza para proteger el contacto directo del terreno con el hormigón estructural. Este hormigón de limpieza es hormigón tipo HL-150/F/20.

### 7.4.2. Cimentación

La cimentación (Ilustración 11) es la encargada de transmitir los esfuerzos de la estructura al terreno y se resuelve mediante zapatas aisladas de hormigón armado unidas entre sí mediante vigas de atado. Estas zapatas se realizan con hormigón armado HA-25/F/20/XC2 y el acero utilizado para las armaduras es acero B500S. Su estructura es rectangular centrada para los pilares de la nave principal debido a los grandes momentos flectores a los que están sometidos los pilares, excepto las esquinas que son cuadradas. Las zapatas del bloque de oficinas son cuadradas debido a que no tienen grandes momentos. Las vigas de atado son las encargadas de evitar el desplazamiento entre las zapatas y aportar mayor estabilidad al conjunto, su longitud depende de la distancia entre cada zapata.

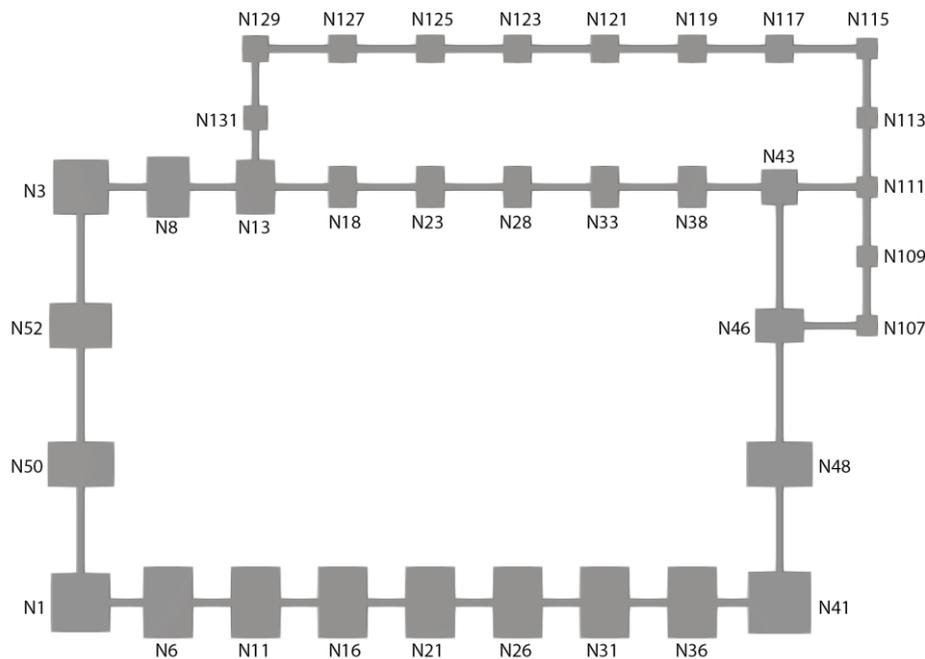


Ilustración 11. Distribución cimentación nave del proyecto

### 7.4.3. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son las que se encargan de unir la base de los pilares a la cimentación, transmitiendo y distribuyendo las cargas del pilar a los elementos de la cimentación. Están formadas por la placa base, las cartelas que aportan rigidez y los pernos de anclaje, que son barras corrugadas

B500s. En este proyecto los pernos están dispuestos con patillas a 90° y están fijadas a las placas base por medio de uniones roscadas. Existen un total de tres tipos de placas de anclaje dependiendo del tamaño y perfil del pilar, y de las cargas a las que están sometidos. Estas son las de los pilares interiores de la nave principal, las de los pilares de los pórticos de fachada y las del bloque de oficinas.

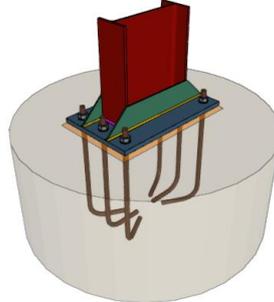


Ilustración 12. Placa de anclaje pilar interior (Unión tipo 15)

#### 7.4.4. Pórticos de fachada

Los pórticos de fachada (Ilustración 13) están formados por cuatro pilares separados 8 m entre sí, que se ejecutarán mediante perfiles de acero laminado IPE 400, los pilares de los extremos tienen una altura de 9 m mientras que los dos pilares interiores tienen una altura de 11 m. Sobre estos pilares se apoyan las jácenas de perfil IPE 220. Además, estos pórticos cuentan con un sistema de arriostramiento a base de cruces de San Andrés que estarán compuestos por montantes de perfil armado de chapas de acero laminado de la serie SHS 120x5.0 y los tirantes serán cables de perfil de acero laminado redondo macizo R25. Para reducir en gran medida el pandeo lateral de las jácenas se han colocado tirantillas (Ilustración 15) cada 4 m. Cabe mencionar que los montantes se han colocado a la misma altura que la cubierta del bloque de oficinas, de esta manera donde coincide el pórtico de fachada con el bloque de oficinas la propia viga del bloque sustituye al montante. La viga tiene un perfil de acero laminado HE 260 B. También se puede apreciar las ménsulas del puente grúa.

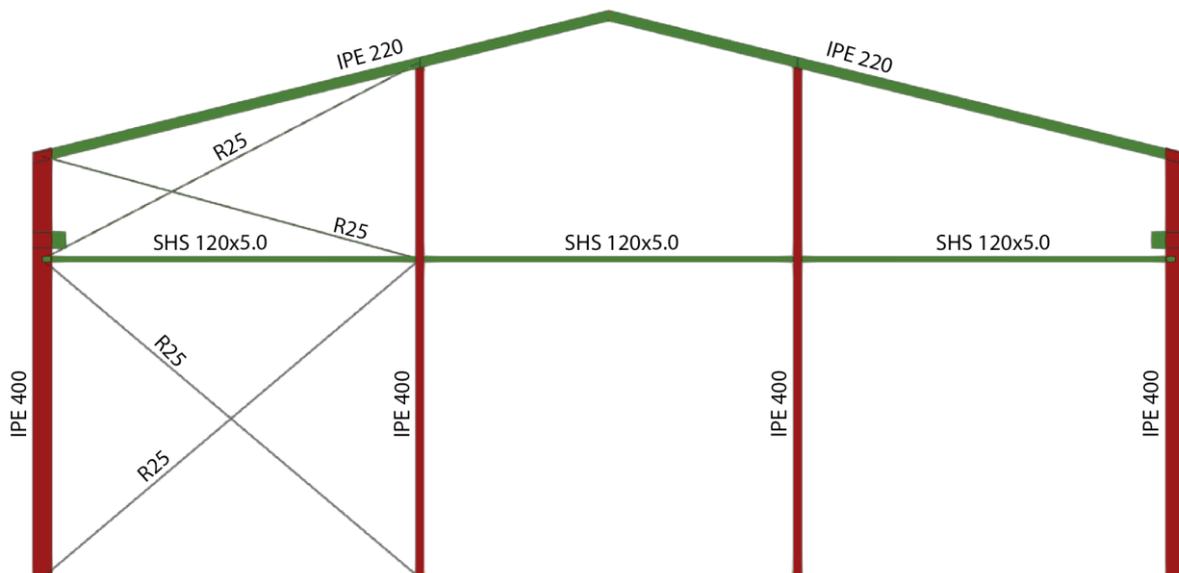


Ilustración 13. Pórtico fachada

### 7.4.5. Pórticos interiores

La nave estará compuesta por un total de siete pórticos interiores (Ilustración 14) de 24 m de luz que están formados por dos pilares de 9 m de altura de perfil IPE 500 sobre los que se apoyan las jácenas de perfil IPE 360. En el extremo de las jácenas donde se une al pilar se tienen unas cartelas de 1,5 m, para resistir el pico del momento negativo de las mismas en el encuentro con el pilar y también se han colocado tirantillas (Ilustración 15) cada 3 m para reducir considerablemente el pandeo lateral del ala inferior de las jácenas. Como se aprecia en la imagen, unidas a los pilares están las ménsulas del puente grúa.

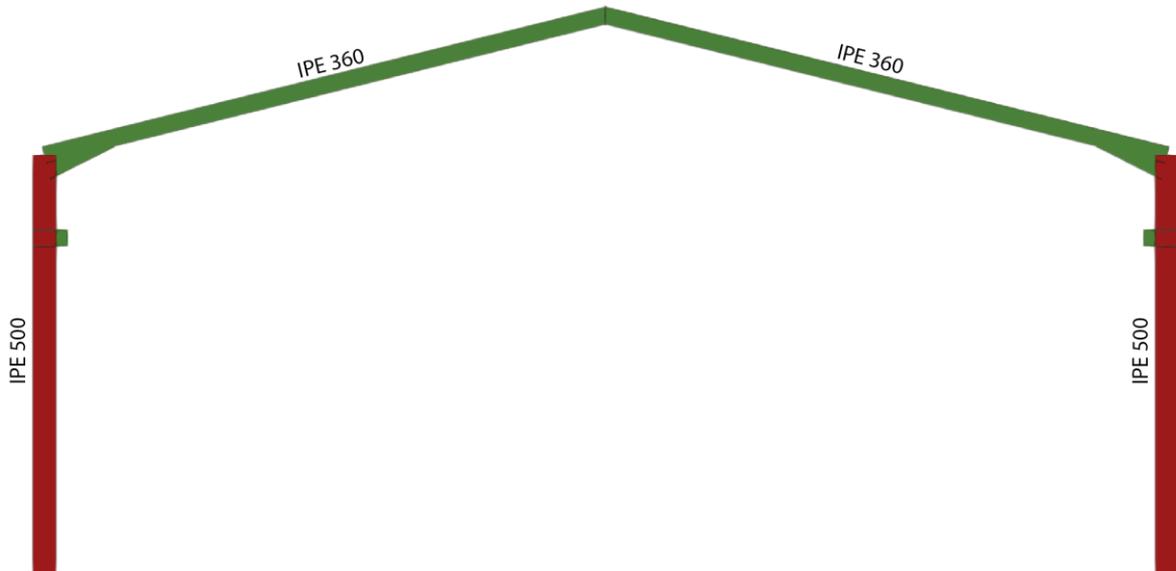


Ilustración 14. Pórtico interior

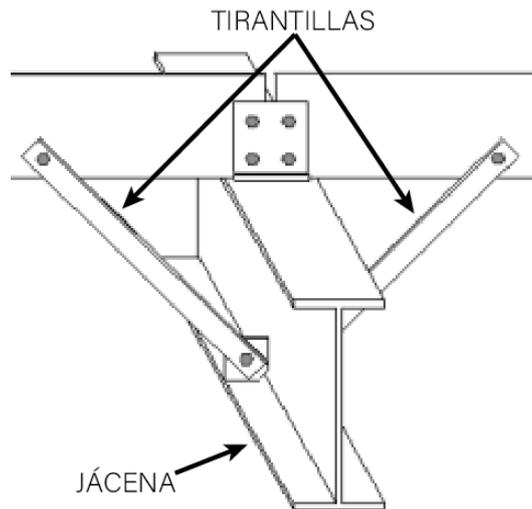


Ilustración 15. Ejemplo de tirantilla

#### 7.4.6. Fachadas laterales

Ambas fachadas laterales (Ilustración 16) de la nave están formadas por los pilares de los pórticos definidos anteriormente. Las fachadas, además de los pilares, tiene un sistema de arriostramiento a base de cruces de San Andrés idéntico al pórtico de fachada, con tirantes de perfil R25 y montantes de perfil SHS 120x5.0. También tiene unas vigas perimetrales que unen todas las cabezas de los pilares de la nave compuestas por el mismo perfil que los montantes aportando estabilidad al conjunto. La fachada lateral unida al bloque de oficinas comparte alguna de las vigas del mismo, sustituyendo el montante en el arriostramiento, por una viga de perfil IPE 220.

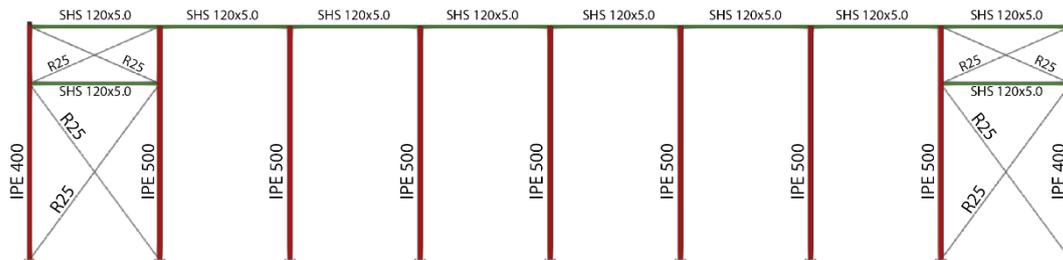


Ilustración 16. Fachada lateral

#### 7.4.7. Cubierta

En la cubierta (Ilustración 17) de la nave se utiliza la viga contraviento del tipo Pratt donde los montantes trabajan a compresión y los tirantes a tracción, estando las diagonales duplicadas formando cruces. Esta viga contraviento se ha dispuesto tanto para viento frontal como viento lateral. La viga contraviento paralela a los pórticos de fachada está formada por montantes de perfil SHS 120x5.0 y cables de perfil R25, mientras que la paralela a las fachadas laterales tiene los montantes del mismo perfil que los anteriores, pero los cables son de perfil R20, esta misma solo dispuesta en el lateral en el cual no se ubica el bloque de oficinas para reducir en gran medida el movimiento horizontal de las cabezas de los pilares a causa de la gran exposición al viento que tienen. Para unir la cumbrera de los pórticos se ha dispuesto una viga de perfil SHS 120x5.0, la cual aporta estabilidad al conjunto de la nave.

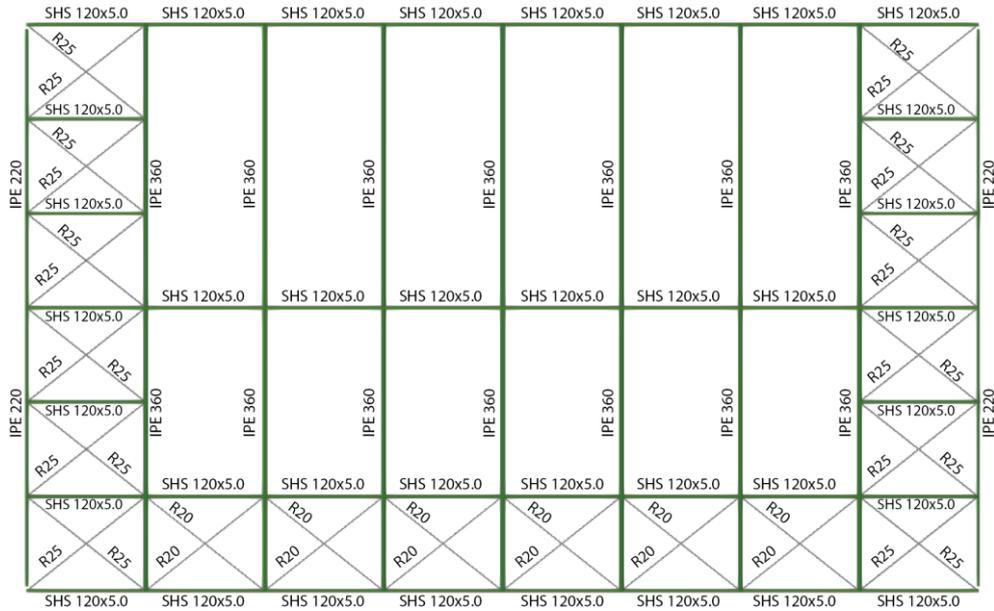


Ilustración 17. Cubierta nave principal

### 7.4.8. Puente grúa

Dado que en el interior de la nave se va a colocar un puente grúa para el desplazamiento de las cápsulas a las distintas zonas de trabajo, se diseña una estructura a base de vigas y ménsulas (Ilustración 18) para su utilización. Las ménsulas son perfiles IPE 450 de 0,5 m de longitud que van soldados a los pilares de la nave a una altura de 7,5 m y sobre estas se apoyan las vigas carrileras por donde circulará el puente grúa, estas vigas son perfiles de acero laminado HE 220 A. Debido a que va a circular el puente grúa sobre estas vigas, la flecha límite tanto en las vigas carrileras como en las ménsulas es  $L/600$  en el plano de mayor deformación, en comparación a las flechas del resto de la nave que llegan a  $L/300$  como máximo.

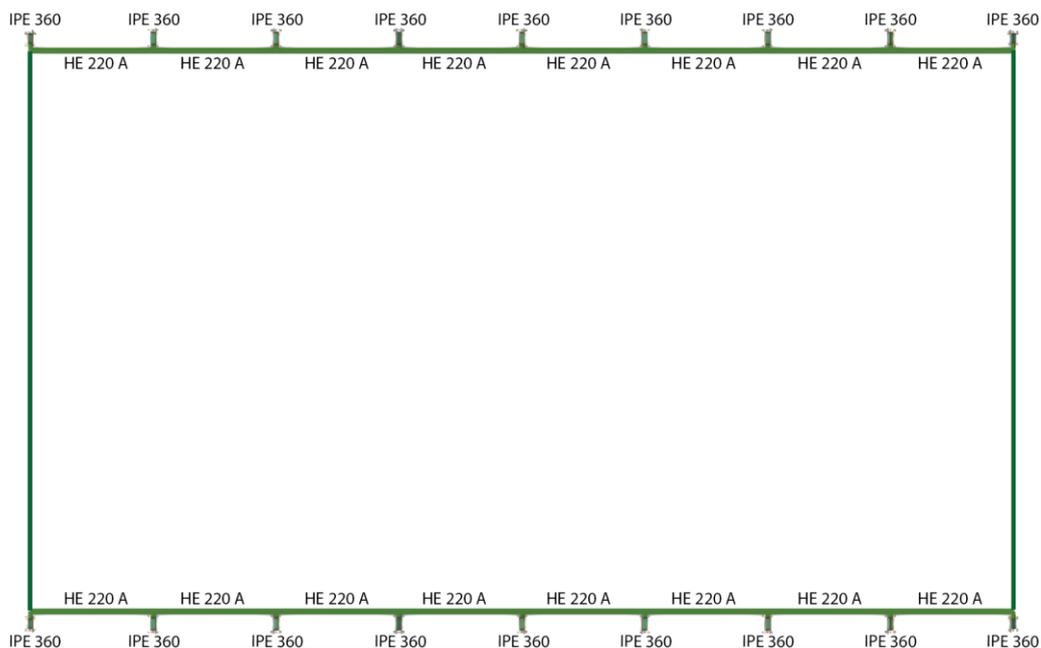


Ilustración 18. Plano de viga carrilera

El puente grúa escogido es un puente grúa birrail de 5 Tn y una luz de 23 m con las siguientes especificaciones:

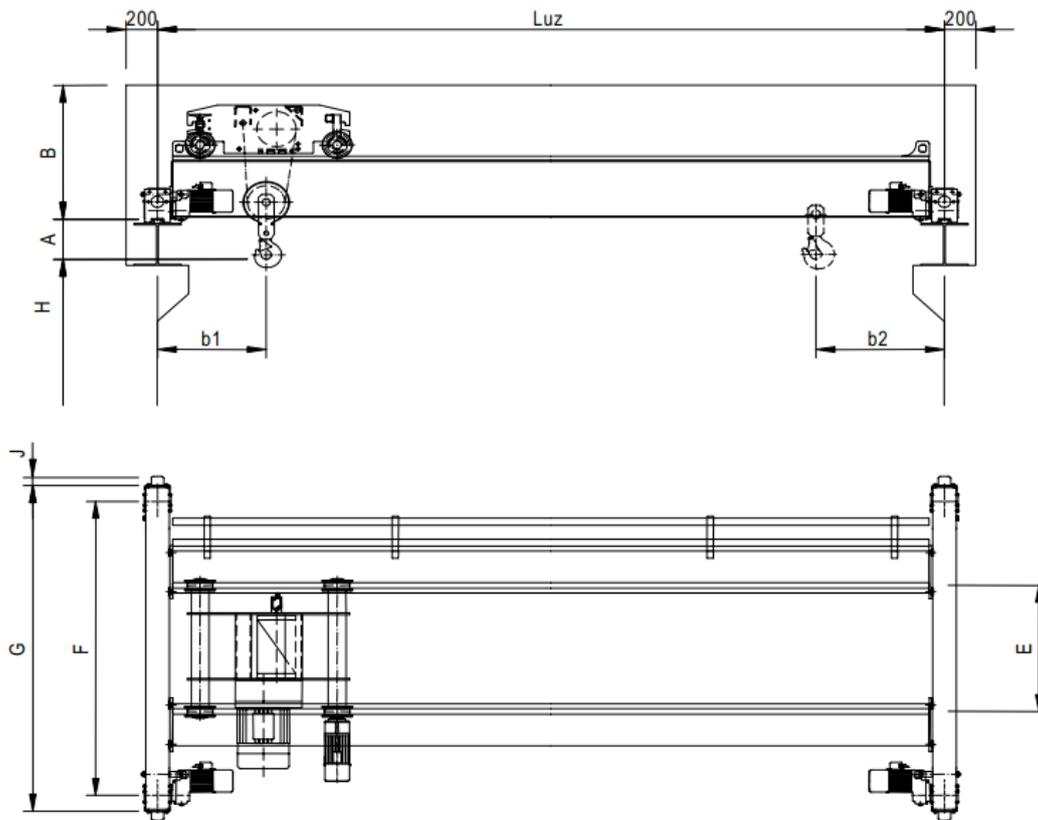


Ilustración 19. Medidas puente grúa birrail

Cap. carga Kg	Carril mm	H m	Vel. Elev. m/min	Polipasto		FEM		Luz mm	Flecha 1/X mm	b1 mm	b2 mm	A mm	B mm	E mm	F mm	G mm	J mm	d mm	RV Max Kg	RV Min Kg	RT Max Kg	RF Kg			
				AX	MX	AX	MX																		
5000	40x30	6,70	4	GHB-4/1	4	5	750	671	604			89	867	1800	3100	3310	80	125	3180	660	370	448			
												-11	967		"	"			3386	823	476	477			
												-111	1067		"	"			3581	995	576	505			
												-129	1085		"	"			3637	1046	599	513			
												-229	1185		"	"			3889	1279	735	548			
												"	"		3600	3840			4417	1792	847	623			
	50x30	7,60	8	GHD-2/1	4	5/6	750	711	797				386	957	900	2100	2310	100	160	3223	655	503	454		
													27000	-329	1285	"	"			4824	2186	1059	680		
													30000	-429	1385	"	"			5203	2557	1096	734		
													10500	386	957	900	2100			2310	3223	655	503	454	
													13500	286	1057	"	"			3434	814	658	484		
													15500	186	1157	"	"			3603	959	777	508		
	40x30	7,00	8	GHD-4/2	4	5/6	750	712	796				67	1175	1200	2600	2840	100	160	3711	1044	706	523		
													16500	-21	"	"	"			"	3725	1045	708	525	
													19500	-32	1275	"	"			"	3966	1276	868	559	
		50x30	7,60	8	GHD-2/1	4	4/6	750	711	797				"	"	"	3100	3340	100	160	4496	1786	977	634	
														27000	-132	1375	1500	3600			3840	4933	2194	1083	696
														30000	-232	1475	1800	4200			4440	5333	2565	1124	752

Tabla 1. Datos puente grúa birrail (Fuente: GH Cranes)

#### 7.4.9. Correas laterales y de cubierta

Para la fijación de los cerramientos de la nave se dispondrán correas de cubierta y correas laterales. Las correas de cubierta están compuestas por perfiles de acero conformado CE 140x70x28 del tipo S275, con una limitación de flecha de  $L/300$ , fijación rígida y a dos vanos, entre ellas habrá una separación de 1,5 m. Las correas laterales cuentan con una separación igual de 1,5 m, pero son perfiles armados de chapas de acero laminados RECTANGULAR 160x80x4 del tipo S275 con una limitación de flecha de  $L/300$ , fijación rígida y a un vano.

#### 7.4.10. Bloque de oficinas

Debido a que se necesita espacio para realizar las labores de mantenimiento y desplazamiento de las cápsulas de Hyperloop por el interior de la nave, se decide realizar una estructura anexa (Ilustración 20) con la función de bloque de oficinas, almacén, vestuarios y demás labores mencionadas anteriormente. La estructura está formada a base de pilares y vigas formando dos alturas de trabajo. Los pilares del edificio anexo son perfiles de acero laminados HE 200 B, como la estructura tiene forma de “L”, los pilares paralelos a la fachada lateral están separados la misma distancia que la separación de pórticos de la nave y los pilares paralelos al pórtico de fachada están a 4 m cada uno. Los pilares del edificio anexo están unidos a la nave con vigas de perfil HE 280 B en la primera planta y con perfiles HE 260 B en la cubierta del bloque de oficinas. Los pilares que no se unen con la nave están unidos por vigas de perfil HE 240 B tanto en la primera planta como en la cubierta. Encima de estas vigas se colocan unas viguetas de perfil IPE 220 donde está colocado el forjado de ambas alturas, excepto en el perímetro de la primera planta, que son perfiles HE 180 B. Se han dejado dos huecos, uno para colocar un ascensor para minusválidos y el otro hueco para colocar una escalera metálica prefabricada.

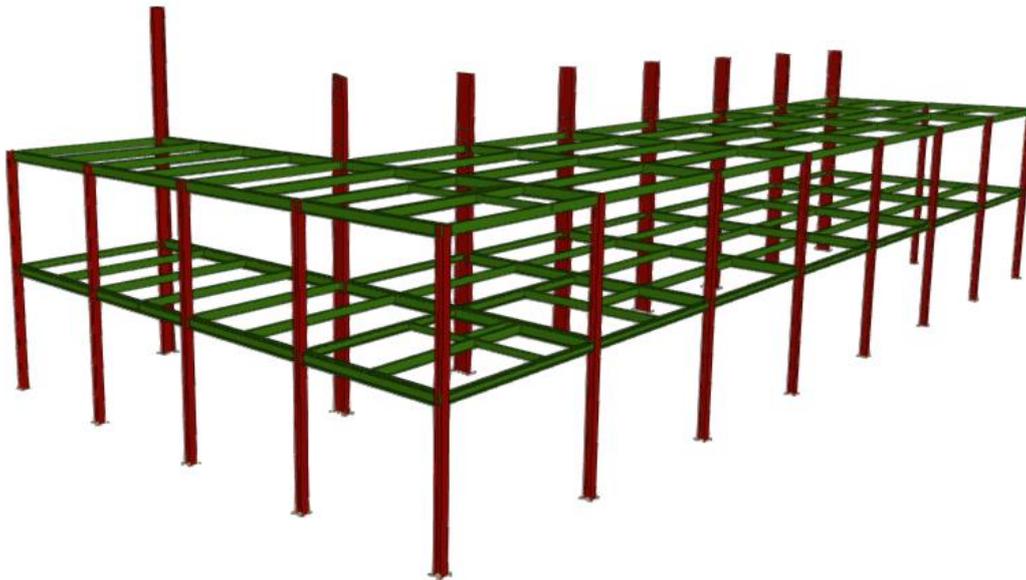


Ilustración 20. Vista 3D bloque de oficinas

### 7.4.10.1. Primera planta

El forjado 1 corresponde al forjado de la primera planta, zona donde habrá oficinas, baños y un aula didáctica. Esta planta se encuentra a 3,55 m de altura. El forjado (Ilustración 23) está formado por una losa mixta de 15 cm de espesor total, compuesta por chapa colaborante de perfil HIANSA MT-76 de 0,8 mm de espesor, y hormigón HA-30/F/20/XC3 que se encuentra sobre las vigas metálicas de perfil IPE 220, a este forjado se le coloca un pavimento para que sea transitable y un falso techo.

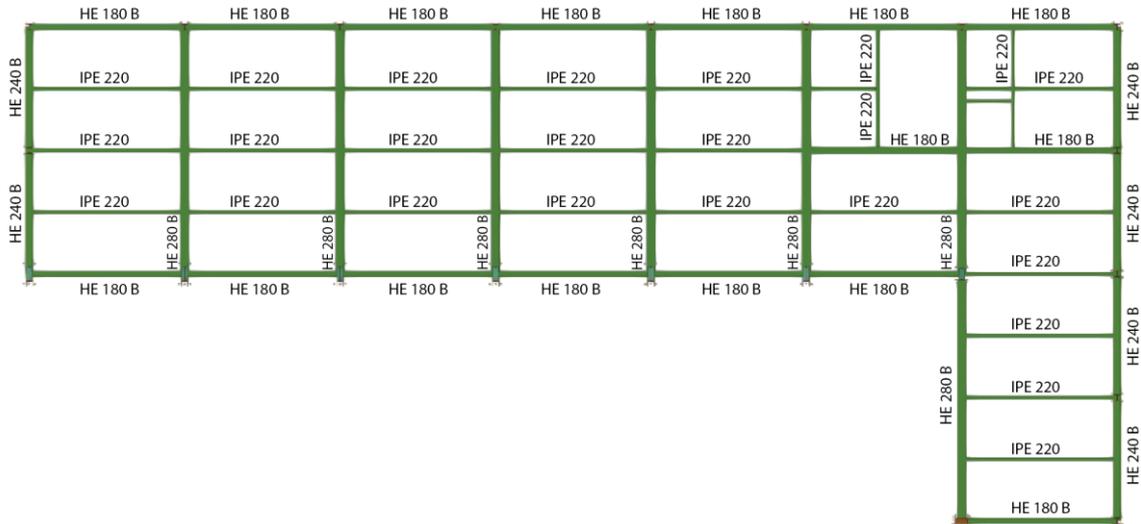


Ilustración 21. Forjado primera planta

### 7.4.10.2. Cubierta (Bloque de oficinas)

El forjado de la cubierta del bloque de oficinas corresponde a la cubierta del bloque de oficinas que se encuentra a una altura de 6,8 m. El forjado (Ilustración 23) de la cubierta es idéntico al de la primera planta, siendo una losa mixta de 15 cm de espesor total, compuesta por chapa colaborante de perfil HIANSA MT-76 de 0,8 mm de espesor, y hormigón HA-30/F/20/XC3, al que se le coloca un falso techo.

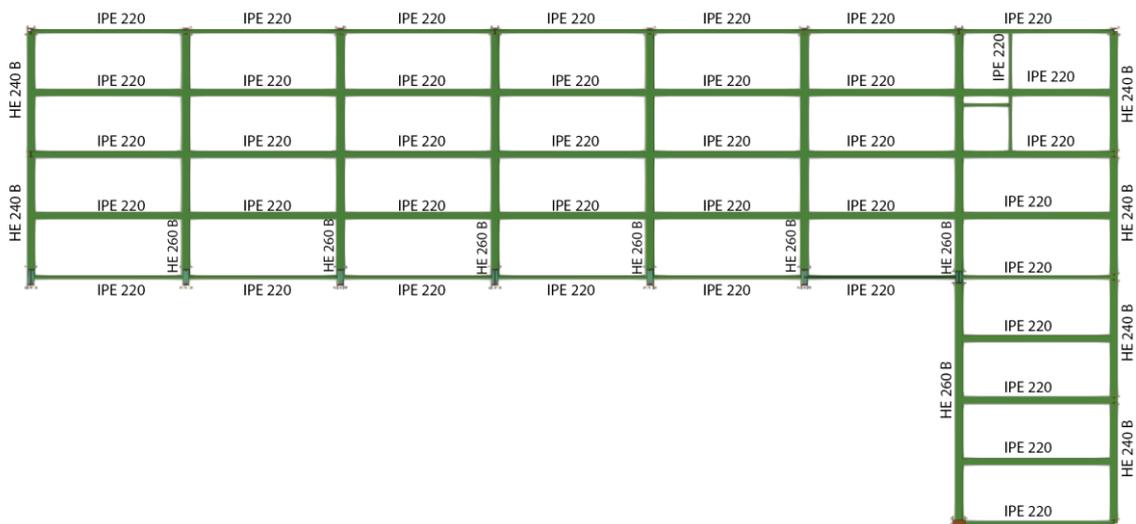


Ilustración 22. Forjado cubierta bloque de oficinas

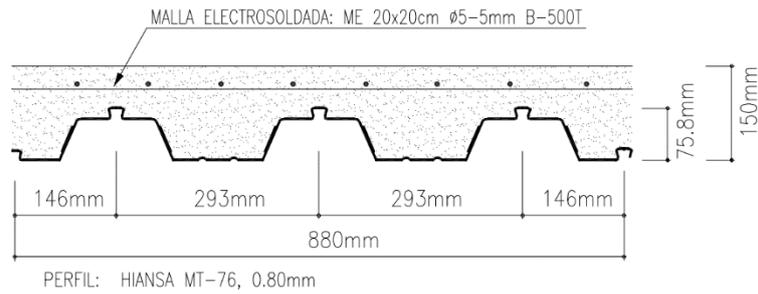


Ilustración 23. Sección tipo del forjado del bloque de oficinas

#### 7.4.11. Cerramientos

El cerramiento de la nave principal se ejecuta con panel tipo sándwich tanto para la cubierta como para las fachadas laterales y frontales. También se coloca en las fachadas de la nave un muro de hormigón HA-30/F/20/XS1 hasta una altura de 1 m, con el objetivo de evitar la entrada de agua en la nave.

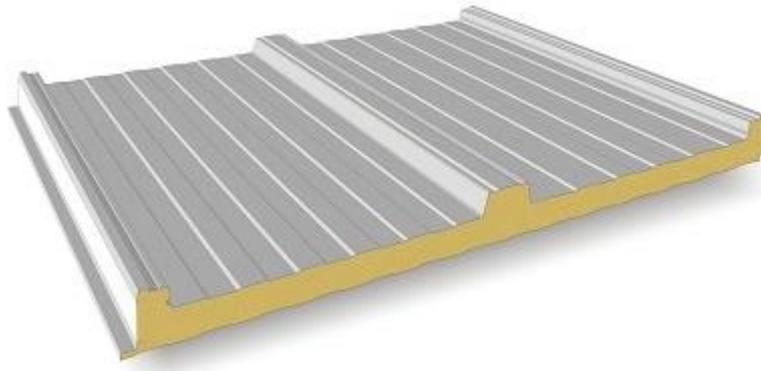


Ilustración 24. Cerramiento tipo panel sándwich

## 8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO	IMPORTE
1 Movimientos de tierras	10.670,19
2 Cimentaciones y Soleras	100.113,99
3 Estructura de acero	247.548,01
4 Estructura de Hormigón	85.438,34
5 Cerramiento Nave.	111.482,30
6 Gestión de residuos estructura	2.200,00
7 Control de calidad estructura	5.550,00
8 Seguridad y salud	11.000,00
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</b>	<b>574.002,83</b>
13% de Gastos Generales	74.620,37
6% de Beneficio Industrial	34.440,17
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA</b>	<b>683.063,37</b>
I.V.A.: 21%	143.443,31
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LICITACION</b>	<b>826.506,68</b>

Asciende el Presupuesto Global de Licitación a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS VEINTISEIS MIL QUINIENTOS SEIS EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

## 9. BIBLOGRAFÍA

- Código Técnico de la Edificación
- Código Estructural
- Apuntes de la asignatura Tecnología de la Construcción, Proyectos y CAD Cálculo de Estructuras
- Información cápsulas Hyperloop.  
[www.theverge.com/2020/11/8/21553014/virgin-hyperloop-first-human-test-speed-pod-tube#:~:text=The%20DevLoop%20test%20track%20is,one%20day%20traverse%20in%20minutes](http://www.theverge.com/2020/11/8/21553014/virgin-hyperloop-first-human-test-speed-pod-tube#:~:text=The%20DevLoop%20test%20track%20is,one%20day%20traverse%20in%20minutes)
- Información puente grúa.  
<https://culturacientifica.com/2017/08/18/los-limites-del-hyperloop/>
- Información puente grúa.  
<https://www.ghcranes.com/es/productos/grua-puente/index.php>

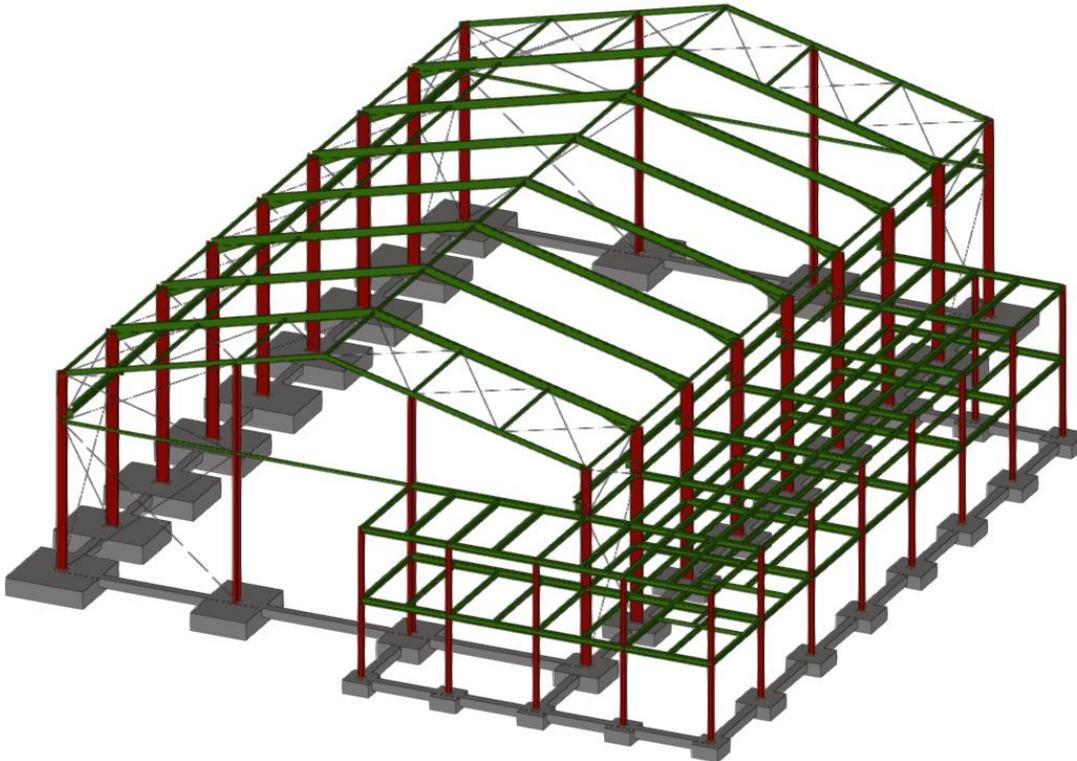


*Parte II:*  
**ANEXO DE  
CÁLCULO**

## 1. INTRODUCCIÓN

El anexo de cálculo corresponde a la exposición de todas las acciones que soporta la nave del proyecto y comprobación de cumplimiento de los distintos elementos que la componen, además se describen la normativa aplicada y los distintos materiales utilizados para la construcción de la nave.

La nave completa se muestra en la siguiente imagen:



*Ilustración 25. Vista 3D estructura completa*

## 2. NORMATIVA

Para la realización del presente proyecto y su correcto cumplimiento, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, en el que se establecen las exigencias básicas que deben cumplir los edificios y sus instalaciones, definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE). Este Real Decreto se complementa con los Documentos Básicos, que determinan la forma y condiciones en las que deben cumplirse las exigencias para alcanzar la calidad adecuada en los edificios. De las exigencias contenidas en el documento del CTE, en el presente trabajo se aplicarán:
  - Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE). Documento con modificaciones del Real Decreto 732/2019.

- Documento Básico de Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).

- Código Estructural (CE), aprobado por el Real Decreto 470/2021 de 29 de junio.

También se ha hecho uso de los siguientes documentos para la realización de las comprobaciones de los elementos debido a que son los estudiados durante el grado.

- Documento Básico de Seguridad Estructural – Acero (DB-SE-A).
- Documento Básico de Seguridad Estructural – Cimientos (DB-SE-C). Documento con modificaciones del Real Decreto 732/2019.

### 3. ESTUDIO GEOTÉCNICO

El análisis y dimensionado de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción.

Según el estudio geotécnico realizado en el solar se define los siguientes estratos, con sus características geotécnicas:

Estrato	Profundidad	$\gamma$	$\phi$	$c'$
0-Rellenos-Tierra	0,00/-0,50	19 kPa	25°	0
A-Arcillas-Limos	-2,00	20 Pa	29°	5-10 kPa
B-Limos	-3,70	20 kPa	30°	0-5 kPa
C-Arcillas-Limos	-7,80	20 kPa	28°	10 kPa
D-Gravas-Arenas	-20,40	21 kPa	36°	0
NIVEL FREÁTICO	-1,50			

Tabla 2. Estratos del estudio geotécnico

Se han adoptado los siguientes parámetros geotécnicos:

Cota de cimentación	-7.32 (respecto a la rasante)
Estrato previsto para cimentar	Limos arenosos-Arena fina
Nivel freático	-1.50
Tensión admisible considerada	0.20 N/mm <sup>2</sup>
Peso específico del terreno	$\gamma = 20 \text{ KN/m}^3$
cohesión	$c = 2 \text{ KN/m}^2$
Angulo de rozamiento interno del terreno	$\phi = 29^\circ$

Tabla 3. Datos considerados en el proyecto

El contenido de sulfatos del suelo es inferior a los mínimos establecidos por el Código Estructural, por lo que no es necesario tomar medidas correctoras.

## 4. MATERIALES

### 4.1. Acero

Como acero estructural para todos los perfiles laminados de la estructura de la nave, tanto en pilares como en vigas se utiliza el acero S275, con una resistencia característica  $f_{yk} = 275$  MPa, y tras aplicar el coeficiente de seguridad  $\gamma_M = 1,05$ , según está establecido en el CTE DB-SE-A, lo que quedaría:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{275}{1,05} = 261,9 \text{ MPa}$$

Como acero en barras para los pernos de las placas de anclaje y para el hormigón armado se utiliza el acero B500S, que es el más común.

El módulo de elasticidad del acero es  $E = 210.000$  MPa, que es el valor utilizado en las fórmulas de este proyecto para la comprobación de las barras de la estructura.

### 4.2. Hormigón

El hormigón utilizado para las zapatas y vigas de atado de la nave industriales hormigón armado del tipo HA-25/F/20/XC2, que tiene una resistencia característica de  $f_{ck} = 25$  MPa. El hormigón del forjado del bloque de oficinas es del tipo HA-30/F/20/XC3. El hormigón para el muro de las fachadas de la nave corresponde al tipo HA-30/F/20/XS1 debido a la proximidad al mar. Y el hormigón de limpieza que se vierte antes de colocar la cimentación de la estructura es del tipo HL-150/F/20.

## 5. ACCIONES

Las acciones que soporta el edificio industrial están recogidas en el documento CTE DB-SE-AE, entre las que se tiene, acciones permanentes y acciones variables.

### 5.1. Acciones Permanentes

La nave principal se trata de una estructura ligera en la que se debe considerar el peso propio de la estructura y el peso del cerramiento. El peso propio de la estructura metálica (PP), que incluye correas y jácenas, generan una carga permanente de  $0,05$  kN/m<sup>2</sup>. El peso del cerramiento ( $P_{cerr}$ ), que será un cerramiento de panel tipo sándwich que tiene un peso propio de  $0,15$  kN/m<sup>2</sup>, que añadiendo toda la tornillería y material accesorio de montaje se aproxima a  $0,2$  kN/m<sup>2</sup>.

$$G_{Nave} = PP + P_{cerr} = 0,05 + 0,2 = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

El bloque de oficinas se trata de una estructura de dos alturas más pesada que la nave principal en la que se toman en consideración diversas cargas permanentes. Para la primera planta del bloque se tiene el peso propio del forjado ( $PF_1$ ) que tiene una carga de  $2,82$  kN/m<sup>2</sup>, el peso del pavimento y del falso techo ( $P_{P+T}$ ) que generan  $0,8$  kN/m<sup>2</sup> y el peso de la tabiquería ( $P_{tab}$ ) necesaria en esa altura, generando  $0,8$  kN/m<sup>2</sup>. La cubierta del bloque de oficinas tiene el mismo tipo de forjado que la primera planta ( $PF_2$ ), siendo de  $2,82$  kN/m<sup>2</sup> y el peso del falso techo junto al de la propia cubierta ( $P_{T+C}$ ), que generan  $2$  kN/m<sup>2</sup>.

$$G_{Primera\ planta} = PF_1 + P_{P+T} + P_{tab} = 2,82 + 0,8 + 0,8 = 4,42 \text{ kN/m}^2$$

$$G_{Cubierta\ Bloque} = PF_2 + P_{T+C} = 2,82 + 2 = 4,82 \text{ kN/m}^2$$

## 5.2. Acciones Variables

Dentro de las acciones variables se tienen todas las cargas a las que está sometida la nave del proyecto que como su nombre indica pueden actuar o no y también variar su valor dependiendo de las circunstancias. Entre ellas destacan la sobrecarga de uso, las acciones climáticas como el viento y la nieve, y en este proyecto también se tienen las acciones variables que genera el puente grúa debido a su movimiento por el interior de la nave.

### 5.2.1. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es la acción que considera el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por su uso, está aplicada como si fuera una carga uniformemente distribuida, y su valor viene dado por la tabla 3.1 de CTE DB-SE-AE. En esta nave se tienen tres sobrecargas de uso diferenciadas.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(8)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 4. Valores característicos de las sobrecargas de uso (Tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE)

Como se puede apreciar en la tabla 3.1 del documento hay tres franjas de colores que distinguen cada sobrecarga de uso de la nave. La primera planta del bloque de oficinas se trata de una zona de acceso al público que consta de mesas y sillas, por lo que se trata de una zona C1, lo que da una sobrecarga de uso de 3 kN/m<sup>2</sup> (Franja roja). La cubierta del bloque de oficinas tiene una inclinación menor a la estipulada en la tabla y tiene un forjado, siendo accesible sólo para mantenimiento, considerándose una zona de categoría G1 con una sobrecarga de uso de 1 kN/m<sup>2</sup> (Franja azul). Y la cubierta de la nave principal se trata de una cubierta ligera sin forjado accesible únicamente para mantenimiento, tratándose de una zona G1 con una sobrecarga de uso de 0,4 kN/m<sup>2</sup> (Franja verde), pero esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

### 5.2.2. Puente grúa

El puente grúa escogido es un puente grúa birrail de 5 Tn, que debido a su desplazamiento por el interior de la nave generará unas cargas variables sobre las vigas carrileras que estas mismas las transmitirán a las ménsulas que están unidas a los pilares de los pórticos de la nave. Las reacciones verticales del puente grúa se han obtenido directamente de la tabla anteriormente mostrada (Tabla 1), de la que se obtiene una reacción vertical máxima de  $R_{V,MÁX} = 4496$  kg y una reacción vertical mínima de  $R_{V,MÍN} = 1786$  kg. Como reacción horizontal se ha tomado  $1/10 \cdot R_V$ , la separación de pórticos es  $L = 5000$  mm y la separación entre las ruedas del puente grúa es  $F = 3100$  mm.

Debida a la reacción vertical máxima de  $R_{V,MÁX} = 4496$  kg = 44,1 kN:

$$R_{1V,MÁX} = R_{V,MÁX} \cdot \left( \frac{2 \cdot L - F}{L} \right) = 44,1 \cdot \left( \frac{2 \cdot 5000 - 3100}{5000} \right) = 60,85 \text{ kN}$$

$$R_{2V,MÁX} = R_{V,MÁX} \cdot \frac{F}{L} = 44,1 \cdot \frac{3100}{5000} = 27,34 \text{ kN}$$

Debida a la reacción vertical mínima de  $R_{V,MÍN} = 1786$  kg = 17,52 kN:

$$R_{1V,MÍN} = R_{V,MÍN} \cdot \left( \frac{2 \cdot L - F}{L} \right) = 17,52 \cdot \left( \frac{2 \cdot 5000 - 3100}{5000} \right) = 24,17 \text{ kN}$$

$$R_{2V,MÍN} = R_{V,MÍN} \cdot \frac{F}{L} = 17,52 \cdot \frac{3100}{5000} = 10,86 \text{ kN}$$

Como reacciones horizontales quedaría:

$$R_{1H,MÁX} = \frac{1}{10} R_{1V,MÁX} = \frac{1}{10} \cdot 60,85 = 6,085 \text{ kN}$$

$$R_{2H,MÁX} = \frac{1}{10} R_{2V,MÁX} = \frac{1}{10} \cdot 27,34 = 2,734 \text{ kN}$$

$$R_{1H,MÍN} = \frac{1}{10} R_{1V,MÍN} = \frac{1}{10} \cdot 24,17 = 2,417 \text{ kN}$$

$$R_{2H,MÍN} = \frac{1}{10} R_{2V,MÍN} = \frac{1}{10} \cdot 10,86 = 1,086 \text{ kN}$$

### 5.2.3. Viento

El cálculo de las acciones del viento sobre las superficies de la nave dependen del lugar de emplazamiento de la misma, su geometría, la dirección del viento entre otros. Cabe mencionar que para el cálculo de las cargas de viento de la estructura del proyecto, debido a su forma, se han obtenido las cargas únicamente a partir de la nave principal y posteriormente se han aplicado a las zonas del edificio anexo que le corresponden, contemplando los distintos valores de carga superficial. En la cubierta del edificio anexo no se han aplicado cargas de viento a causa de que resultarían despreciables en comparación al peso del mismo. Las acciones del viento son una fuerza perpendicular a las superficies expuestas de la estructura que se rigen por la siguiente fórmula:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

En la fórmula se puede diferenciar,  $q_b$  que es la presión dinámica;  $c_e$  denominada coeficiente de exposición; y  $c_p$  denominado coeficiente eólico o de presión.

### 5.2.3.1. Presión dinámica ( $q_b$ )

Primero se comienza obteniendo el valor de la presión dinámica que depende de la zona donde se ubique la nave, en este caso la nave se encuentra en la provincia de Valencia, más concretamente en Albuixech. Con los datos de emplazamiento de la nave, se mira en el mapa de la imagen inferior y se obtiene el valor de la presión dinámica. La nave se encuentra en la zona A por lo que la presión dinámica  $q_b = 0,42 \text{ kN/m}^2$ .

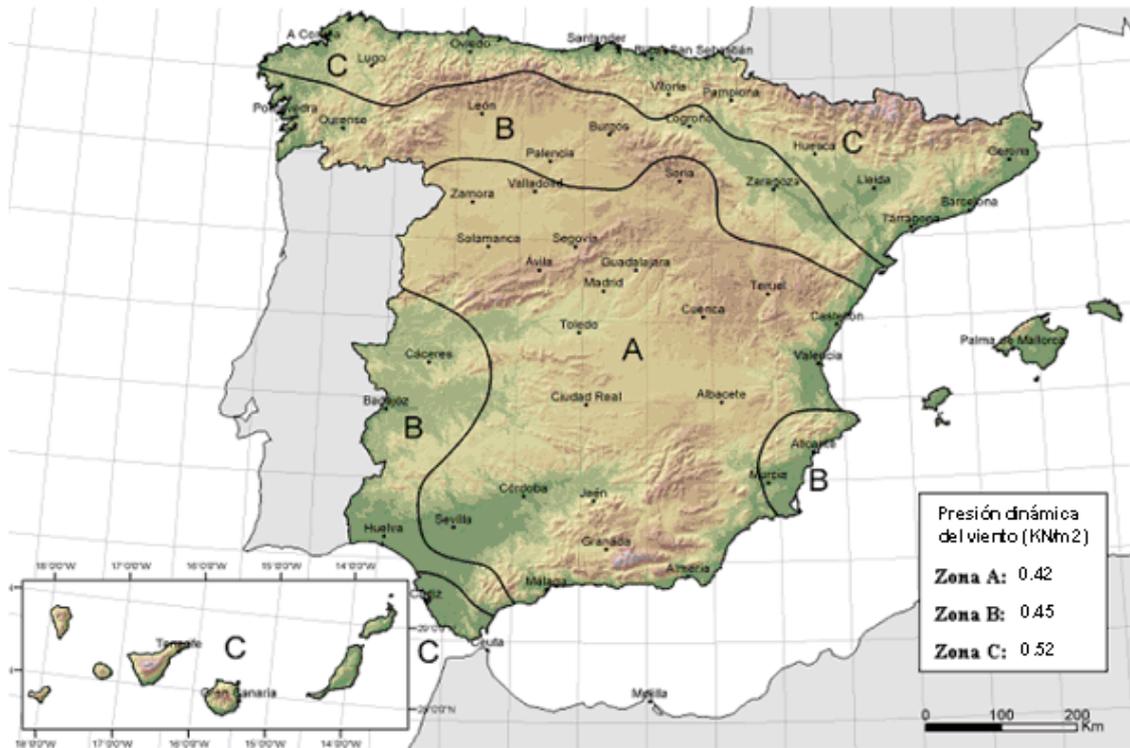


Ilustración 26. Mapa presión dinámica del viento en España

### 5.2.3.2. Coeficiente de exposición ( $c_e$ )

El coeficiente de exposición depende del grado de aspereza del entorno y de la altura a la que se encuentra la nave, en este caso se toma la altura de cumbre de la misma. El valor de este coeficiente se puede obtener de la tabla 3.4 del CTE DB-SE-AE, siendo en nuestro caso, grados de aspereza I y altura del punto considerado 12 m. Se mira en la tabla y se tiene un coeficiente de exposición  $c_e = 3,1$ .

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 5. Valores del coeficiente de exposición (Tabla 3.4 del CTE DB-SE-AE)

### 5.2.3.3. Coeficiente eólico ( $c_p$ )

Los coeficientes eólicos o de presión dependen de la dirección del viento respecto de la nave, de la geometría de la misma y del área de influencia, en este tipo de estructuras el área de influencia es siempre mayor de 10 m<sup>2</sup>. Se tienen dos direcciones de viento diferenciadas, viento lateral y viento frontal.

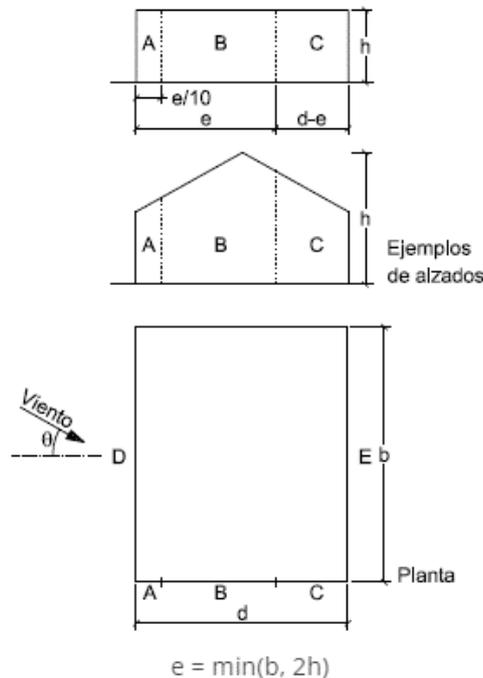
#### VIENTO LATERAL

- Parámetros verticales

Primero se obtienen los valores de los coeficientes eólicos de los cerramientos verticales a partir de la tabla D3 de CTE DB-SE-AE, tomando siempre con área de influencia  $\geq 10$  m<sup>2</sup>. En este caso que el viento es lateral, la esbeltez de la nave es:

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{24} = 0,5$$

Siendo  $h = 12$ m la altura de cumbrera de la nave y  $d = 24$  m la luz de la nave.



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

Tabla 6. Parámetros verticales (Tabla D3 del CTE DB-SE-AE)

Dado que la esbeltez es 0,5 los coeficientes para las áreas A, B y C se obtienen directamente de la tabla,  $c_{p,A} = -1,2$ ;  $c_{p,B} = -0,8$ ;  $c_{p,C} = -0,5$ ; pero los coeficientes de las áreas D y E de la nave se encuentran entre dos filas distintas, por lo que se decide realizar una interpolación de segundo orden que nos deja con la siguiente fórmula:

- Para la zona D

$$c_{p,D} = -0,02807 \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^2 + 0,16842 \cdot \left(\frac{h}{d}\right) + 0,65965$$

- Para la zona E

$$c_{p,E} = 0,045614 \cdot \left(\frac{h}{d}\right)^2 - 0,323684 \cdot \left(\frac{h}{d}\right) - 0,22193$$

Sustituyendo la esbeltez por su valor, 0,5 en viento lateral, se obtienen los coeficientes eólicos para las zonas D,  $c_{p,D} = 0,7368$  y para la zona E,  $c_{p,E} = -0,3724$ . Con los coeficientes eólicos obtenidos, multiplicándolos por el coeficiente de exposición y la presión dinámica se tienen las cargas superficiales del viento.

$$Q_{VL} = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Fachadas frontales:

$$Q_{VL,A} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-1,2) = -1,5624 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,B} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,8) = -1,0416 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,C} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,5) = -0,651 \text{ kN/m}^2$$

Fachadas laterales:

$$Q_{VL,D} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot 0,7368 = 0,9593 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,E} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,3724) = -0,4848 \text{ kN/m}^2$$

Se determina las longitudes de las zonas A, B y C a lo largo de las fachadas frontales, que son determinadas por la variable "e" que tiene el valor:

$$e = \min(b, 2h) = \min(40, 24) = 24 \text{ m}$$

Tomando como valores, b = 40 m que es la profundidad de la nave y h = 12 m que es la altura de cumbrera de la misma. Las longitudes de cada tramo serán:

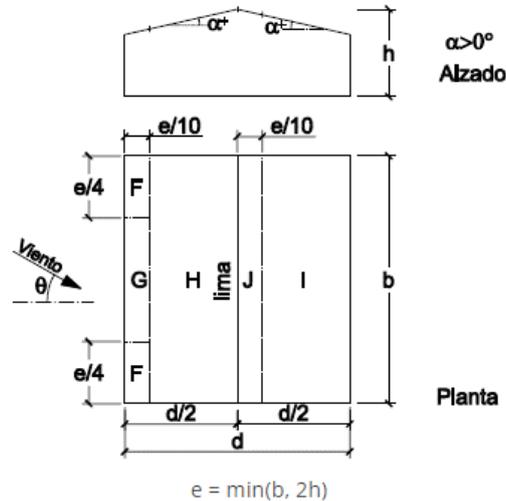
$$x(A) = \frac{e}{10} = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ m}$$

$$x(B) = e - \frac{e}{10} = 24 - \frac{24}{10} = 21,6 \text{ m}$$

$$x(C) = d - e = 24 - 24 = 0 \text{ m}$$

- Cubierta

A partir de la tabla D6 del CTE DB-SE-AE para viento lateral se obtienen los distintos valores de los coeficientes eólicos, para ello se necesita saber la pendiente de cubierta de la nave, que es  $\alpha = 14,036^\circ$ .



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$				
		F	G	H	I	J
5°	$\geq 10$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	-0,6
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-0,6	-0,6
		0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
15°	$\geq 10$	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1,0
		0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
	$\leq 1$	-2,0	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
		0,2	0,2	0,2	0,0	0,0

Tabla 7. Cubierta a dos aguas. Dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$  (Tabla D6 del CTE DB-SE-AE)

Como la pendiente de la nave se encuentra entre dos valores de inclinación, se decide por interpolar para conseguir un resultado más preciso. Para la primera hipótesis se tendrá:

$$c_{p,F} = -0,977 \quad c_{p,G} = -0,83856 \quad c_{p,H} = -0,32892 \quad c_{p,I} = -0,41928 \quad c_{p,J} = -0,88432$$

Con los coeficientes calculados se tienen las cargas superficiales:

$$Q_{VL,F} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,977) = -1,272 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,G} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,83856) = -1,0918 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,H} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,32892) = -0,42825 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,I} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,41928) = -0,5459 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,J} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,88432) = -1,1514 \text{ kN/m}^2$$

Para la segunda hipótesis se tendrá:

$$C_{p,F} = 0,18072 \quad C_{p,G} = 0,18072 \quad C_{p,H} = 0,18072 \quad C_{p,I} = -0,05784 \quad C_{p,J} = -0,05784$$

Se calculan las cargas superficiales:

$$Q_{VL,F} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot 0,18072 = 0,2353 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,G} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot 0,18072 = 0,2353 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,H} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot 0,18072 = 0,2353 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,I} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,05784) = -0,0753 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VL,J} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,05784) = -0,0753 \text{ kN/m}^2$$

El parámetro “e” para delimitar las distintas zonas sigue siendo el mismo que para el cálculo de los parámetros verticales del viento lateral, que es 24 m. Se obtienen las distintas áreas:

$$x(F) = x(G) = x(J) = \frac{e}{10} = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ m}$$

$$x(H) = x(I) = \frac{d}{2} - \frac{e}{10} = \frac{24}{2} - \frac{24}{10} = 9,6 \text{ m}$$

$$x(F) = \frac{e}{4} = \frac{24}{4} = 6 \text{ m}$$

$$x(G) = b - \frac{e}{2} = 40 - \frac{24}{2} = 28 \text{ m}$$

Con todas las cargas calculadas, tanto de parámetros verticales como de cubierta, y con las áreas totalmente delimitadas se obtienen las siguientes imágenes donde se pueden apreciar con precisión todas las áreas de cada carga superficial dependiendo del sentido del viento lateral.

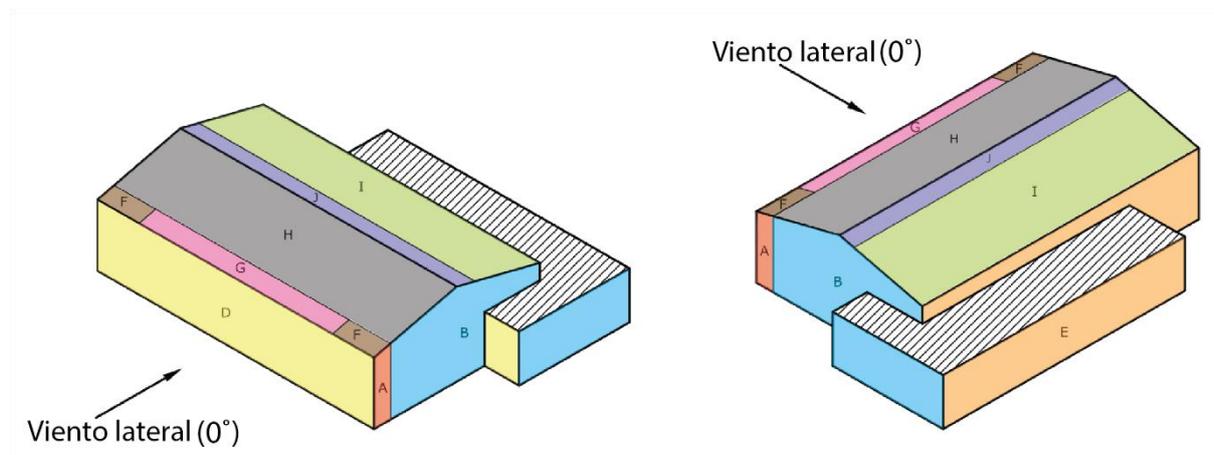


Ilustración 27. Acciones viento lateral (0°)

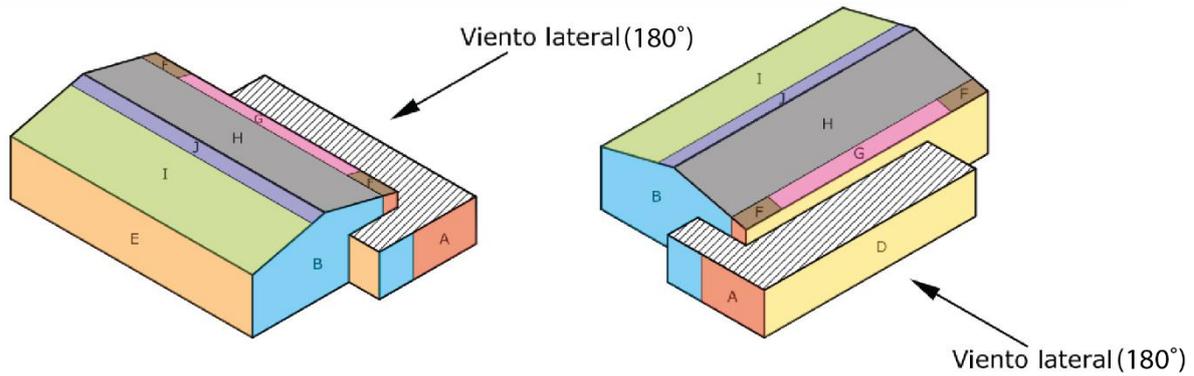


Ilustración 28. Acciones viento lateral (180°)

## VIENTO FRONTAL

- Parámetros verticales

Para el cálculo de los coeficientes eólicos respecto a los parámetros verticales (Tabla 6) del viento frontal se realiza el mismo procedimiento que para el viento lateral, pero las variables  $b$  y  $d$  intercambian el valor, siendo  $b = 24$  m la luz de la nave y  $d = 40$  m la profundidad de la misma. Debido a este cambio la esbeltez en este caso será:

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{40} = 0,3$$

Los coeficientes de las zonas A, B y C siguen siendo los mismos,  $c_{p,A} = -1,2$ ;  $c_{p,B} = -0,8$ ;  $c_{p,C} = -0,5$ ; y los coeficientes de las zonas D y E se consiguen interpolando. Como ya se ha interpolado para el viento lateral, la fórmula de segundo orden es idéntica para cada zona y solo hay que sustituir el valor de la esbeltez por la esbeltez actual, obteniendo los coeficientes  $c_{p,D} = 0,7076$  y  $c_{p,E} = -0,31493$ . Teniendo todos los coeficientes se calculan las cargas superficiales de cada zona.

- Fachadas laterales

$$Q_{VF,A} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-1,2) = -1,5624 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VF,B} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,8) = -1,0416 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VF,C} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,5) = -0,651 \text{ kN/m}^2$$

- Fachadas frontales

$$Q_{VF,D} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot 0,7076 = 0,9213 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VF,E} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,31493) = -0,41 \text{ kN/m}^2$$

Se determinan las longitudes de las áreas A, B y C a lo largo de las fachadas laterales determinadas por el parámetro "e":

$$e = \min(b, 2h) = \min(24, 24) = 24 \text{ m}$$

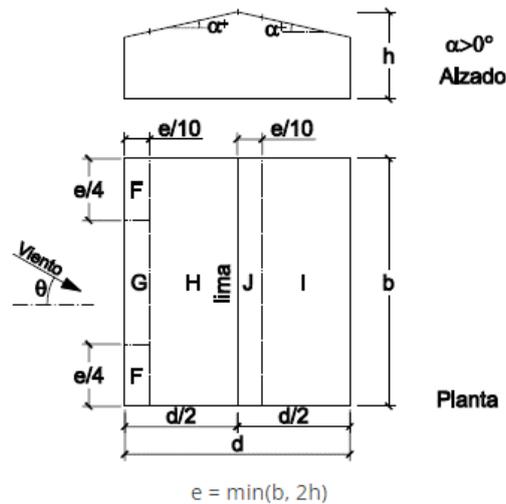
$$x(A) = \frac{e}{10} = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ m}$$

$$x(B) = e - \frac{e}{10} = 24 - \frac{24}{10} = 21,6 \text{ m}$$

$$x(C) = d - e = 40 - 24 = 16 \text{ m}$$

- Cubierta

A partir de la tabla D6 del CTE DB-SE-AE para viento frontal se obtienen los distintos valores de los coeficientes eólicos, sabiendo la pendiente de la nave que es  $\alpha = 14,036^\circ$ .



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$			
		F	G	H	I
5°	$\geq 10$	-2,1	-2,1	-1,8	-0,6
	$\leq 1$	-2,4	-2,6	-2,0	-1,2
15°	$\geq 10$	-1,6	-2,4	-1,9	-0,8
	$\leq 1$	-2,4	2,9	-2,5	-1,2

Tabla 8. Cubierta a dos aguas. Dirección del viento  $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$  (Tabla D6 del CTE DB-SE-AE)

Con los datos definidos en la tabla se interpolan para conseguir los coeficientes de la nave del proyecto, lo que será:

$$C_{p,F} = -1,32892 \quad C_{p,G} = -1,3 \quad C_{p,H} = -0,60964 \quad C_{p,I} = -0,50964$$

Se calculan las cargas superficiales:

$$Q_{VF,F} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-1,32892) = -1,73 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VF,G} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-1,3) = -1,6926 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VF,H} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,60964) = -0,79375 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{VF,I} = 0,42 \cdot 3,1 \cdot (-0,50964) = -0,66355 \text{ kN/m}^2$$

Se continúa por definir las áreas de delimitación para cada carga superficial, en este caso el parámetro “e” sigue siendo 24 m.

$$x(F) = x(G) = \frac{e}{10} = \frac{24}{10} = 2,4 \text{ m}$$

$$x(H) = \frac{e}{2} = \frac{24}{2} = 12 \text{ m}$$

$$x(I) = d - \frac{e}{2} - \frac{e}{10} = 40 - \frac{24}{2} - \frac{24}{10} = 25,6 \text{ m}$$

$$x(F) = \frac{e}{4} = \frac{24}{4} = 6 \text{ m}$$

$$x(G) = b - \frac{e}{2} = 24 - \frac{24}{2} = 12 \text{ m}$$

Calculadas todas las cargas a las que está sometida la nave para viento frontal, tanto los parámetros verticales como los de cubierta y delimitadas todas las áreas que componen estas cargas, se consiguen las siguientes imágenes en vista 3D.

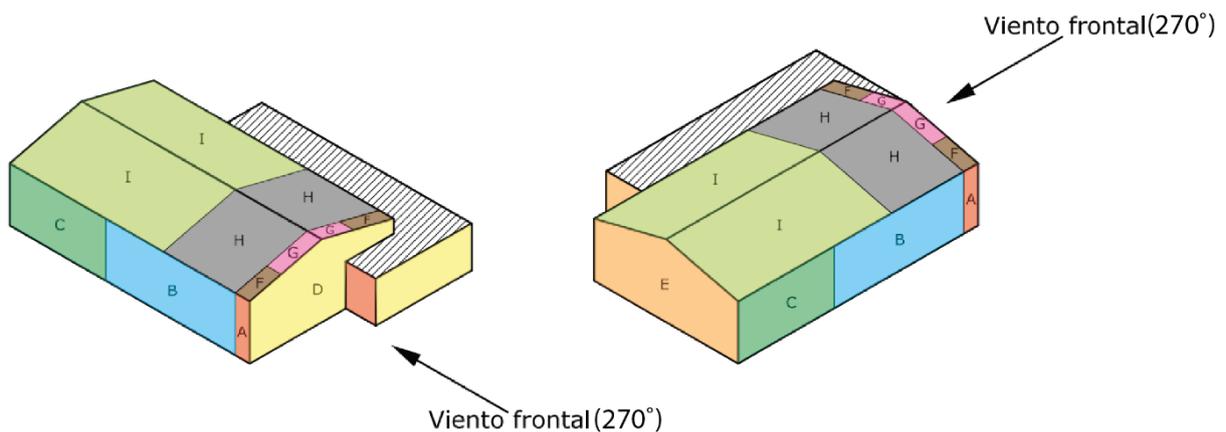


Ilustración 29. Acciones viento frontal (270°)

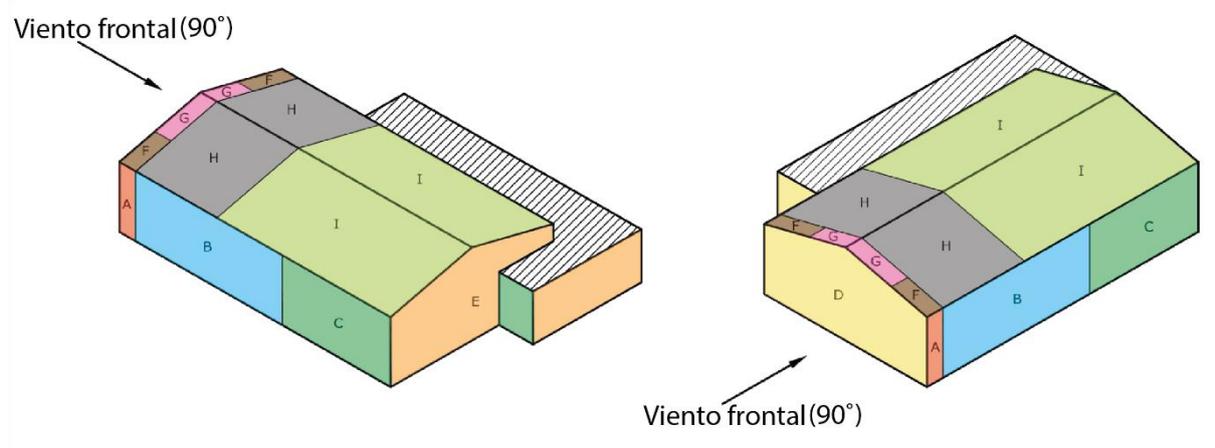


Ilustración 30. Acciones viento frontal (90°)

### 5.2.4. Nieve

Las acciones de la nieve sobre la nave industrial se calculan a partir del apartado 3.5 del CTE DB-SE-AE. La fórmula utilizada para obtener la carga de nieve por unidad de superficie es:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de forma de la cubierta, que según el apartado 2.5.3 del CTE DB-SE-AE tiene el valor de la unidad para cubiertas con una inclinación menor a 30°. Y  $s_k$  es el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal. Como la nave se encuentra en Albuxech no se puede hacer uso de la tabla 3.8 del CTE DB-SE-AE debido a que aparecen las cargas de nieve para capitales de provincia y ciudades autónomas, por lo que se hace uso del “Anexo E. Datos climáticos” del mismo documento para obtener la carga de nieve.



Ilustración 31. Zonas climáticas de invierno

De la Ilustración 31 se ve que el municipio de Albuxech se encuentra en la Zona 5. Para conocer la carga de nieve es necesario saber la altitud topográfica del lugar que en este caso la altitud son 3 m, pero se toma 0 m, no existe prácticamente diferencia al respecto. Con eso datos, con la tabla E.2 del anexo E del CTE DB-SE-AE se obtiene el valor característico de la carga de nieve que es  $s_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$ .

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Tabla 9. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (Tabla E.2 del CTE DB-SE-AE)

## 6. COMPROBACIÓN ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

Se van a comprobar distintos elementos de la estructura a los Estados Límite Últimos y Estado Límite de Servicio necesarios para que cumplan la normativa vigente del CTE y del Código Estructural. No se van a mostrar todos los listados que proporciona CYPE debido a que son documentos muy extensos, por lo que se mostrarán distintos tipos de elementos, comprobando los más desfavorables, es decir, los que están sometidos a mayores esfuerzos.

### 6.1. Pilar (Nave Principal)

El pilar en cuestión que se va a comprobar es un pilar interior que pertenece a la nave principal. El pilar es un perfil IPE 500 con una altura de 9 m, y corresponde a la barra N21/N22 de la estructura, como se muestra en la siguiente imagen:

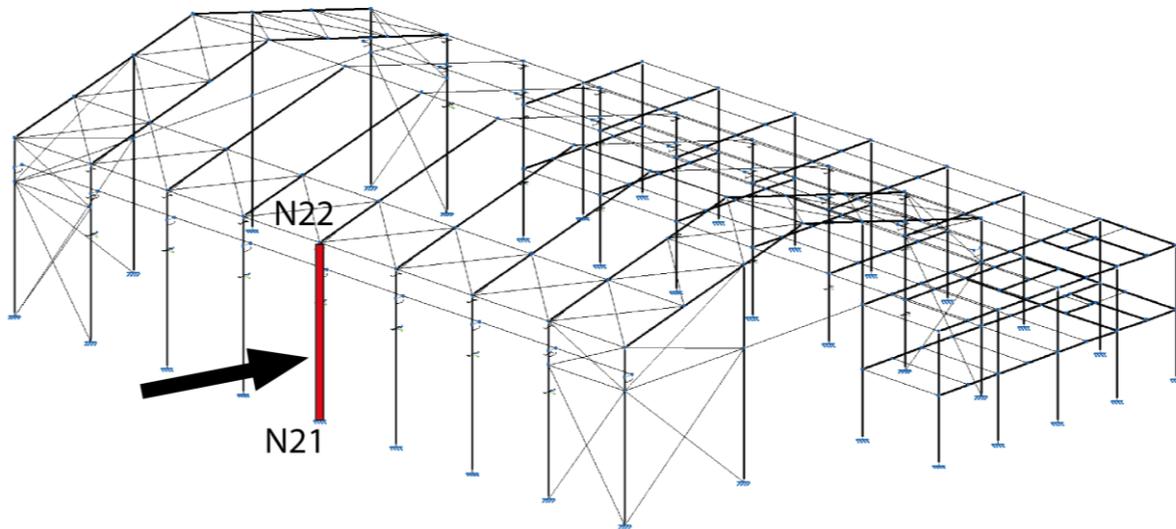


Ilustración 32. Representación pilar comprobado

Para realizar las comprobaciones del pilar es necesario obtener los datos del perfil en cuestión, que se obtienen buscando en el catálogo de perfiles. Los datos del perfil IPE 500 son:

$$W_{el,y} = 1930 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{el,z} = 214 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 204 \text{ mm} \quad i_z = 43,1 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 6035,2 \text{ mm}^2 \quad A = 11600 \text{ mm}^2$$

### 6.1.1. Comprobación del Estado Límite Último por resistencia

Para comprobar el E.L.U. por resistencia del pilar es necesario obtener los esfuerzos máximos a los que está sometido. Estos esfuerzos se consiguen del programa CYPE 3D (Ilustración 33) y se muestran a continuación:

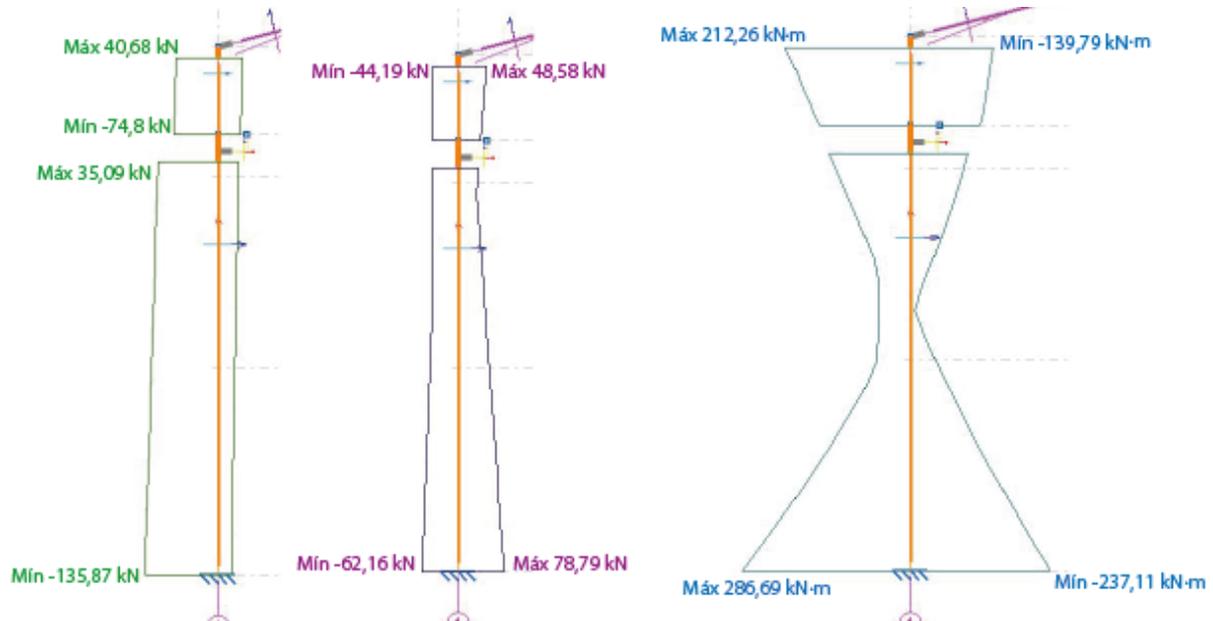


Ilustración 33. Acciones pilar

$$M_{y,ed} = 286,69 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z,ed} = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,ed} = 0 \text{ kN} \quad V_{z,ed} = 78,32 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 135,876 \text{ kN}$$

Para que el perfil cumpla el E.L.U. por resistencia se tiene que cumplir la siguiente fórmula:

$$\frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Antes de realizar este cálculo hay que comprobar si existe interacción del cortante, que se comprueba con la fórmula:

$$V_{z,ed} \leq 0,5 \cdot A_{vz} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$78,32 \cdot 10^3 \leq 0,5 \cdot 6035,2 \cdot \frac{261,9}{\sqrt{3}} = 456,28 \cdot 10^3$$

Como se aprecia en la anterior fórmula, no existe interacción del cortante, con lo que se pasa a la comprobación del E.L.U. por resistencia del pilar sustituyendo las variables por sus valores en cuestión.

$$\frac{135,876 \cdot 10^3}{11600 \cdot 261,9} + \frac{286,69 \cdot 10^6}{1930 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \leq 1$$

$$0,612 \leq 1$$

CUMPLE E.L.U. DE RESISTENCIA

### 6.1.2. Comprobación del radio de giro y del Estado Límite Último por pandeo

Para la comprobación del radio de giro es necesario tener las longitudes de pandeo de la barra a comprobar. Para el pilar que se va a comprobar se tiene:

$$L_{ky} = 12030 \text{ mm}$$

$$L_{kz} = 2000 \text{ mm}$$

La fórmula para comprobar si cumple por radio de giro es la siguiente:

$$\frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} \leq i_y$$

$$\frac{12030}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 69,28 \text{ mm} \leq 204 \text{ mm}$$

$$\frac{L_{kz}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} \leq i_z$$

$$\frac{2000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 11,51 \text{ mm} \leq 43,1 \text{ mm}$$

CUMPLE POR RADIO DE GIRO

Para la comprobación del E.L.U. por pandeo de la barra se van a realizar dos comprobaciones, la del tramo inferior y la del tramo superior del pilar, donde la zona en la que se divide cada tramo corresponde a la posición de la ménsula, lugar donde apoya la viga carrilera del puente grúa.

#### - Tramo inferior

Los esfuerzos para la comprobación del E.L.U. por pandeo del tramo inferior del pilar corresponde a la combinación de las siguientes acciones:

$$0,8 \cdot PP + 1,35 \cdot PF + 1,05 \cdot SU(B) + 1,05 \cdot \text{PuenteGrúa}(PG2-d) + 1,5 \cdot V(0^\circ)H1$$

En esta combinación "PP" es el peso propio de la estructura, "PF" es el peso del forjado de la primera planta, "SU(B)" es la sobrecarga de uso del bloque de oficinas, "PuenteGrúa(PG2-d)" es la carga del puente grúa en una de sus hipótesis y "V(0°)H1" es la acción del viento lateral. Esta combinación de acciones resulta en los siguientes esfuerzos:

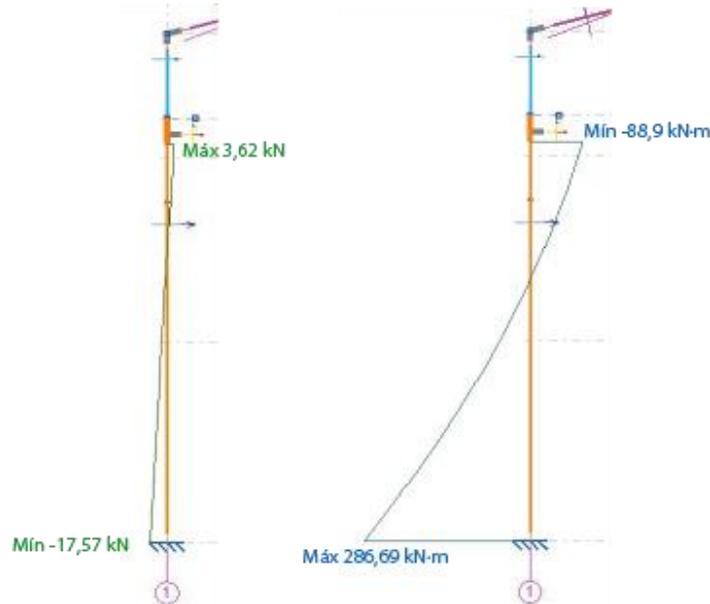


Ilustración 34. Acciones pilar de la combinatoria (Tramo inferior)

$$N_{ed} = 17,57 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 286,69 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

En esta comprobación se tiene que cumplir la siguiente fórmula:

$$\left( \frac{1/\chi_y}{1/\chi_z} \right) \cdot \frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \left( \frac{1}{\alpha_y} \right) \cdot \frac{k_y \cdot c_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} \leq (1)$$

De esta fórmula el coeficiente  $\alpha_y$  tiene el valor 0,8 según la tabla 6.8 del CTE DB-SE-A y para el coeficiente  $c_{m,y}$  se toma el valor 1 para acercarnos al lado de la seguridad, aunque podría tomarse un valor más bajo.

Clase	A	$W_y$	$W_z$	$\alpha_y$	$\alpha_z$	$e_{N,y}$	$e_{N,z}$
1	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
2	A	$W_{pl,y}$	$W_{pl,z}$	0,6	0,6	0	0
3	A	$W_{el,y}$	$W_{el,z}$	0,8	1	0	0
4	$A_{eff}$	$W_{eff,y}$	$W_{eff,z}$	0,8	1	Según pieza y tensiones	Según pieza y tensiones

Tabla 10. Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza (Tabla 6.8 del CTE DB-SE-A)

Para los coeficientes de reducción ( $\chi$ ) por pandeo primero se deben obtener las esbelteces reducidas, las cuales se obtienen a partir de la esbeltez mecánica y la esbeltez límite. Las esbelteces mecánicas del tramo inferior del pilar son:

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{12030}{204} = 58,9$$

$$\lambda_z = \frac{L_{kz}}{i_z} = \frac{2000}{43,1} = 46,4$$

Y la esbeltez límite es:

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_{yk}}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 275}{210000}} = 86,814$$

Con estos datos se consigue la esbeltez reducida que será:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{lim}} = \frac{58,9}{86,814} = 0,678 \leq 2$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{lim}} = \frac{46,4}{86,814} = 0,534 \leq 2$$

El coeficiente de reducción por pandeo se obtiene de la siguiente ecuación:

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

Si el coeficiente de reducción por pandeo tuviera un valor superior a la unidad se tomaría como valor esta misma.

Donde:  $\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$

En la ecuación para obtener  $\phi$  el coeficiente  $\alpha$  es denominado coeficiente de imperfección y se obtiene a partir de las curvas de pandeo de la tabla 6.2 y 6.3 del CTE DB-SE-A. De la tabla 6.2 para el eje de pandeo "y" se obtiene una curva de pandeo tipo "a" lo que buscando en la tabla 6.3 da un coeficiente de imperfección  $\alpha = 0,21$ , mientras que para el eje de pandeo "z" se obtiene una curva de pandeo tipo "b" que resulta en un coeficiente de imperfección  $\alpha = 0,34$ .

Tipo de sección	Tipo de acero		S235 a S355		S450	
	Eje de pandeo <sup>(1)</sup>		y	z	y	z
<b>Perfiles laminados en I</b> 	$h/b > 1,2$	$t \leq 40 \text{ mm}$	a	b	a <sub>0</sub>	a <sub>0</sub>
	$40 \text{ mm} < t \leq 100 \text{ mm}$		b	c	a	a
	$h/b \leq 1,2$	$t \leq 100 \text{ mm}$	b	c	a	a
	$t > 100 \text{ mm}$		d	d	c	c

Tabla 11. Curva de pandeo en función de la sección transversal (Tabla 6.2 del CTE DB-SE-A)

Esbeltez reducida	Curva de pandeo				
	a <sub>0</sub>	a	b	c	d
Coeficiente ( $\alpha$ ) de imperfección	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Tabla 12. Valores del coeficiente de pandeo (Tabla 6.3 del CTE DB-SE-A)

Para el eje de pandeo “y”:

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (0,678 - 0,2) + 0,678^2] = 0,78$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,78 + \sqrt{0,78^2 - 0,678^2}} = 0,857 \leq 1$$

Para el eje de pandeo “z”:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,34 \cdot (0,534 - 0,2) + 0,534^2] = 0,7$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,7 + \sqrt{0,7^2 - 0,534^2}} = 0,867 \leq 1$$

Sólo falta obtener el coeficiente de interacción axil-momento  $k_y$  que observando en la tabla 6.9 del CTE DB-SE-A proporciona la fórmula para su cálculo.

Clase	Tipo de sección	$k_y$
1 y 2	I, H, abiertas	$1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$
	Hueca delgada	
3 y 4	Todas	$1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$

Tabla 13. Coeficiente de interacción según peor clase de sección en la pieza (Tabla 6.9 del CTE DB-SE-A)

La resistencia a compresión de la sección es igual a la expresión  $N_{C,Rd} = A \cdot f_{yd}$  y sustituyendo las variables en la ecuación de la tabla se tiene:

$$k_y = 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} = 1 + 0,6 \cdot 0,678 \cdot \frac{17,57 \cdot 10^3}{0,857 \cdot 11600 \cdot 261,9} = 1$$

Ya se han calculado todos los coeficientes para realizar la comprobación del E.L.U. por pandeo del tramo inferior del pilar.

$$\left( \frac{1/\chi_y}{1/\chi_z} \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \left( \frac{1}{\alpha_y} \right) \cdot \frac{k_y \cdot c_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} \leq (1)$$

$$\left( \frac{1/0,857}{1/0,867} \right) \cdot \frac{17,57 \cdot 10^3}{11600 \cdot 261,9} + \left( \frac{1}{0,8} \right) \cdot \frac{1 \cdot 1 \cdot 286,69 \cdot 10^6}{1930 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = \left( \frac{0,574}{0,46} \right) \leq (1)$$

EL TRAMO INFERIOR CUMPLE EL E.L.U. POR PANDEO

- Tramo superior

Los esfuerzos a los que está sometido el tramo inferior son ocasionados por la siguiente combinación de acciones:

$$1,35 \cdot PP + 0,8 \cdot PF + 1,5Q(G1)$$

En esta combinación de acciones la única variable que no se ha mencionado anteriormente es "Q(G1)" que corresponde a la sobrecarga de uso de la cubierta de la nave principal. De esta combinatoria se obtienen los siguientes esfuerzos:

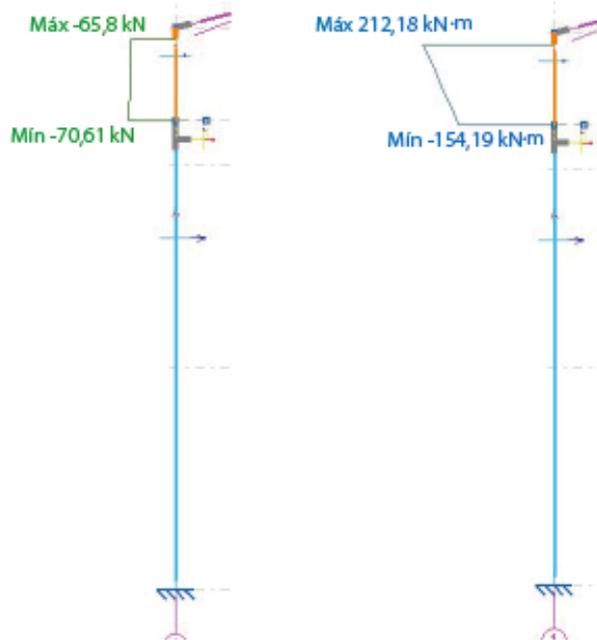


Ilustración 35. Acciones pilar de la combinatoria (Tramo superior)

$$N_{ed} = 70,61 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 212,18 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Como el pilar es del mismo perfil en ambos tramos, tanto las esbelteces mecánicas y reducidas como los coeficientes de reducción por pandeo son iguales no es necesario volver a realizar sus cálculos. Sólo hace falta calcular el coeficiente de interacción axil-momento:

$$k_y = 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} = 1 + 0,6 \cdot 0,678 \cdot \frac{70,61 \cdot 10^3}{0,857 \cdot 11600 \cdot 261,9} = 1,011$$

Con este coeficiente calculado, se pasa a realizar la comprobación del E.L.U. por pandeo del tramo superior del pilar:

$$\left( \frac{1}{0,857} \right) \cdot \frac{70,61 \cdot 10^3}{11600 \cdot 261,9} + \left( \frac{1}{0,8} \right) \cdot \frac{1,011 \cdot 1 \cdot 212,18 \cdot 10^6}{1930 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = \left( 0,451 \right) \leq \left( 1 \right)$$

EL TRAMO SUPERIOR CUMPLE EL E.L.U. POR PANDEO

### 6.1.3. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación

En este apartado se va a comprobar que el desplome máximo del pilar es menor que la condición de deformación que se le ha asignado. Para el pilar de 9 m de altura dado, la flecha límite del mismo es  $L/300$ , lo que nos deja una deformación máxima de:

$$f_{\text{lím}} = \frac{L}{300} = \frac{9000}{300} = 30 \text{ mm}$$

Para el caso del pilar la deformación máxima sucede en la cabeza del mismo, y observando en el programa CYPE 3D, la deformación máxima en la condición más desfavorable es:

$$f_{\text{máx}} = 27,505 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm} = f_{\text{lím}}$$

EL PILAR DE PERFIL IPE 500 CUMPLE EL E.L.S. POR DEFORMACIÓN

### 6.2. Jácena (Nave Principal)

La jácena que se va a comprobar pertenece al mismo pórtico del pilar comprobado anteriormente, ya que este mismo es el que está sometido a mayores esfuerzos, siendo el pórtico más desfavorable. La jácena corresponde a un perfil IPE 360. El pórtico tiene una luz de 24 m, siendo un poco más de la mitad de esta luz la longitud de cada jácena debido a su inclinación. Ambas jácenas del pórtico son iguales y tienen prácticamente los mismos esfuerzos, y son las barras N22/N25 y N24/N25, de estas dos barras la que se va a comprobar es la perteneciente a los nudos N24/N25 ya que no tiene ninguna unión por medio, lo que la hace algo más desfavorable al pandeo respecto de la otra.

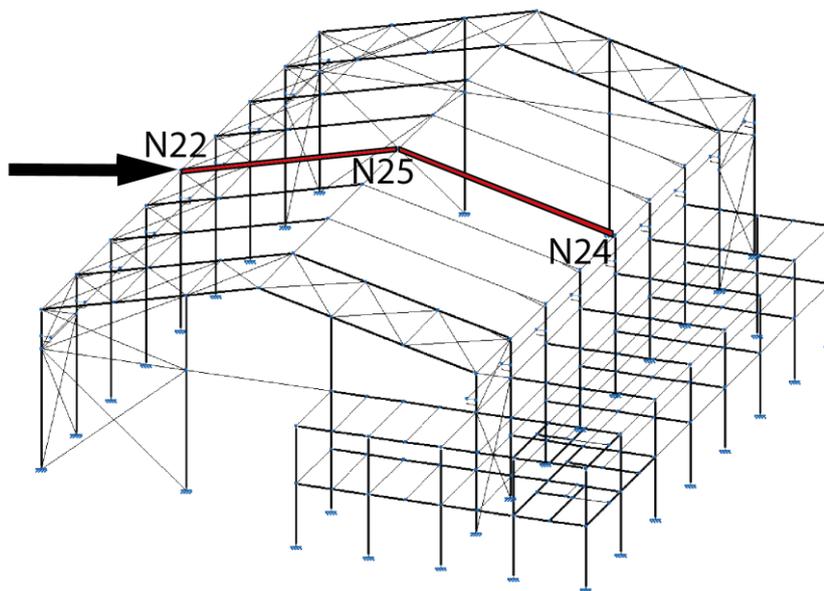


Ilustración 36. Representación jácena comprobada

Los datos del perfil IPE 360 obtenidos del catálogo son:

$$W_{el,y} = 904 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{el,z} = 123 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 150 \text{ mm} \quad i_z = 37,9 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 3510,8 \text{ mm}^2 \quad A = 7270 \text{ mm}^2$$

### 6.2.1. Comprobación del Estado Límite Último por resistencia

Para la realización de esta comprobación se obtienen del programa CYPE 3D (Ilustración 37) los esfuerzos máximos a los que está sometida la barra. Estos esfuerzos son:

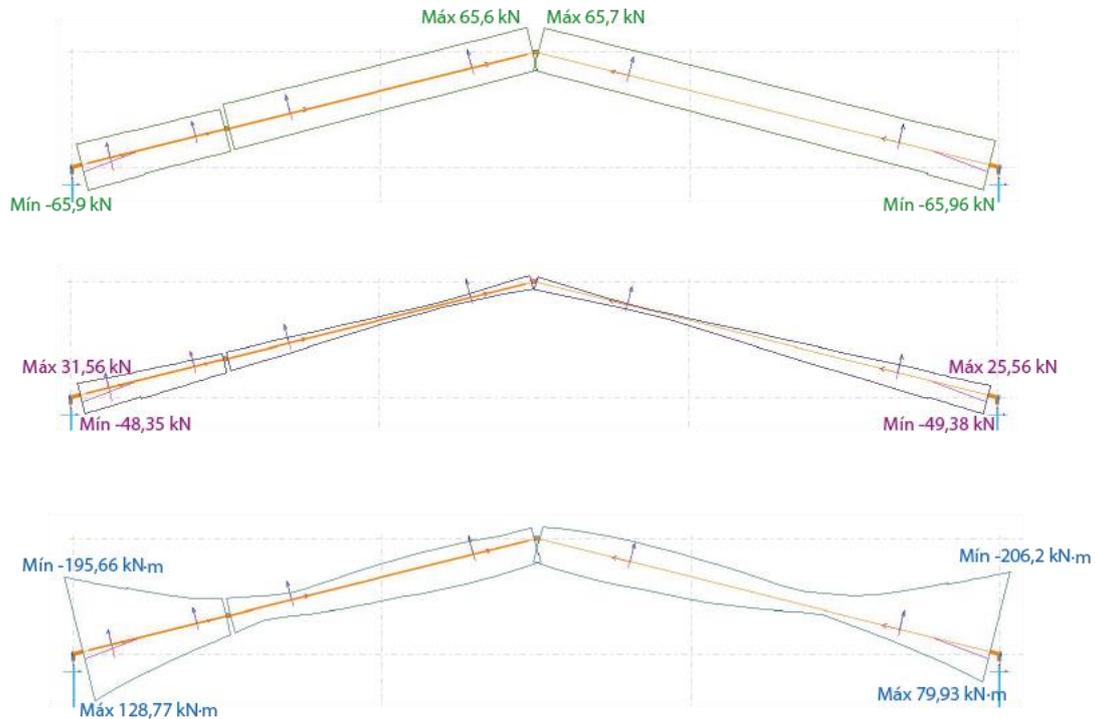


Ilustración 37. Acciones Jácena

$$M_{y,ed} = 206,20 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z,ed} = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,ed} = 0 \text{ kN} \quad V_{z,ed} = 49,38 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 65,96 \text{ kN}$$

Para que el perfil en cuestión sea válido a la comprobación debe cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Antes de esto debemos confirmar que no existe interacción del cortante.

$$V_{z,ed} \leq 0,5 \cdot A_{vz} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$49,38 \cdot 10^3 \leq 0,5 \cdot 6035,2 \cdot \frac{261,9}{\sqrt{3}} = 265,43 \cdot 10^3$$

No existe interacción del cortante por lo que se pasa a realizar la comprobación del E.L.U.

$$\frac{65,96 \cdot 10^3}{7270 \cdot 261,9} + \frac{206,2 \cdot 10^6}{904 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \leq 1$$

$$0,905 \leq 1$$

CUMPLE E.L.U. DE RESISTENCIA

### 6.2.2. Comprobación del radio de giro y del Estado Límite Último por pandeo

Las longitudes de pandeo de la jácena respecto a los ejes son:

$$L_{ky} = 24000 \text{ mm}$$

$$L_{kz} = 1500 \text{ mm}$$

Aplicamos la siguiente inecuación para comprobar si cumple la especificación.

$$\frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} \leq i_y$$

$$\frac{24000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 138,2 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm}$$

$$\frac{L_{kz}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} \leq i_z$$

$$\frac{1500}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 8,6 \text{ mm} \leq 37,9 \text{ mm}$$

CUMPLE POR RADIO DE GIRO

Se continúa con la comprobación del E.L.U. por pandeo de la barra, que en este caso los esfuerzos corresponden a la siguiente combinatoria de acciones: 1,35·PP + 1,35·PF + 1,5·Q(G1). Las acciones de esta combinación ya se han definido anteriormente. Con esta combinatoria se tienen los esfuerzos en la barra:

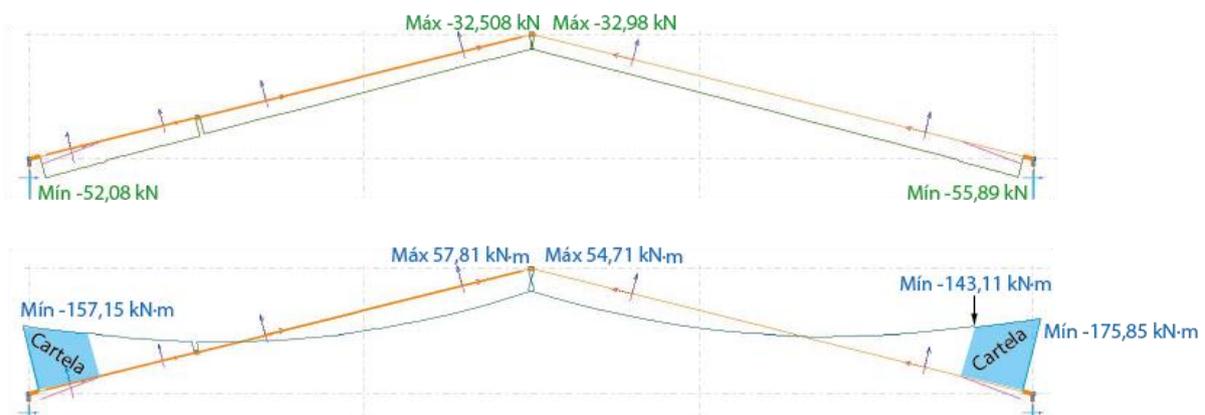


Ilustración 38. Acciones jácena de la combinatoria

$$N_{ed} = 55,89 \text{ kN}$$

$$M_{y,ed} = 143,11 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento flector es menor al momento máximo debido a que como la jácena dispone de cartelas para aportar mayor rigidez y resistencia, el momento que se utiliza en la comprobación por pandeo pertenece al momento máximo al que está sometido la barra a partir del punto donde no existe la cartela. Tiene que cumplir la siguiente fórmula:

$$\left( \frac{1/\chi_y}{1/\chi_z} \right) \cdot \frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \left( \frac{1}{\alpha_y} \right) \cdot \frac{k_y \cdot c_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} \leq \left( \frac{1}{1} \right)$$

El coeficiente  $\alpha_y$  tiene el valor 0,8 según la tabla 6.8 del CTE DB-SE-A (Tabla 10) y para el coeficiente  $c_{m,y}$  se toma el valor 1 para acercarse al lado de la seguridad. Se necesita obtener las esbelteces reducidas a partir de la esbeltez mecánica y la esbeltez límite.

Esbelteces mecánicas:

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} = \frac{24000}{150} = 160$$

$$\lambda_z = \frac{L_{kz}}{i_z} = \frac{1500}{37,9} = 39,57$$

La esbeltez límite ha sido calculada en el apartado anterior y tiene el mismo valor en el resto de comprobaciones siendo  $\lambda_{lim} = 86,814$ .

Con estos datos se consigue la esbeltez reducida que será:

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{lim}} = \frac{160}{86,814} = 1,843 \leq 2$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{lim}} = \frac{39,57}{86,814} = 0,4558 \leq 2$$

El coeficiente de reducción por pandeo se obtiene de la siguiente ecuación:

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

Donde:  $\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$

El coeficiente de imperfección  $\alpha$  para la obtención de  $\phi$  se obtiene de las tablas 6.2 (Tabla 11) y 6.3 (Tabla 12) del CTE DB-SE-A, que para el eje de pandeo "y" proporciona una curva de pandeo tipo "a", lo que significa que el coeficiente  $\alpha = 0,21$ , y para el eje de pandeo "z" proporciona una curva de pandeo tipo "b", dando un coeficiente  $\alpha = 0,34$ .

Para el eje de pandeo "y":

$$\phi_y = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,21 \cdot (1,843 - 0,2) + 1,843^2] = 2,37$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{2,37 + \sqrt{2,37^2 - 1,843^2}} = 0,259 \leq 1$$

Para el eje de pandeo “z”:

$$\phi_z = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda}_z - 0,2) + \bar{\lambda}_z^2] = 0,5 \cdot [1 + 0,4558 \cdot (0,4558 - 0,2) + 0,4558^2] = 0,647$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_z^2}} = \frac{1}{0,647 + \sqrt{0,647^2 - 0,4558^2}} = 0,904 \leq 1$$

Falta por obtener el coeficiente de interacción axil-momento  $k_y$  que observando en la tabla 6.9 del CTE DB-SE-A (Tabla 13) proporciona la ecuación para su cálculo.

$$k_y = 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} = 1 + 0,6 \cdot 1,843 \cdot \frac{55,89 \cdot 10^3}{0,259 \cdot 7270 \cdot 261,9} = 1,125$$

Así pues, solo queda realizar la comprobación del E.L.U. por pandeo de la jácena.

$$\left( \frac{1/\chi_y}{1/\chi_z} \right) \cdot \frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \left( \frac{1}{\alpha_y} \right) \cdot \frac{k_y \cdot c_{my} \cdot M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} \leq \left( \frac{1}{1} \right)$$

$$\left( \frac{1/0,259}{1/0,904} \right) \cdot \frac{55,89 \cdot 10^3}{7270 \cdot 261,9} + \left( \frac{1}{0,8} \right) \cdot \frac{1,125 \cdot 1 \cdot 143,11 \cdot 10^6}{904 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = \left( \frac{0,792}{0,576} \right) \leq \left( \frac{1}{1} \right)$$

CUMPLE EL E.L.U. POR PANDEO

### 6.2.3. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación

Se va comprobar que el desplome máximo de la jácena es menor que la condición de deformación que se le ha asignado. Para la jácena de 12,369 m de longitud, la flecha límite de la misma es L/250, lo que nos deja una deformación máxima de:

$$f_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{12369}{250} = 49,47 \text{ mm}$$

Observando en el programa CYPE 3D, la deformación máxima en la condición más desfavorable es:

$$f_{m\acute{a}x} = 10,934 \text{ mm} \leq 49,47 \text{ mm} = f_{lim}$$

LA JÁCENA DE PERFIL IPE 360 CUMPLE EL E.L.S. POR DEFORMACIÓN

### 6.3. Diagonales (Nave Principal)

Las diagonales a comprobar pertenecen a un pórtico de fachada y corresponden a las barras N230/N49 y N229/N42 que son de perfil laminado R25.

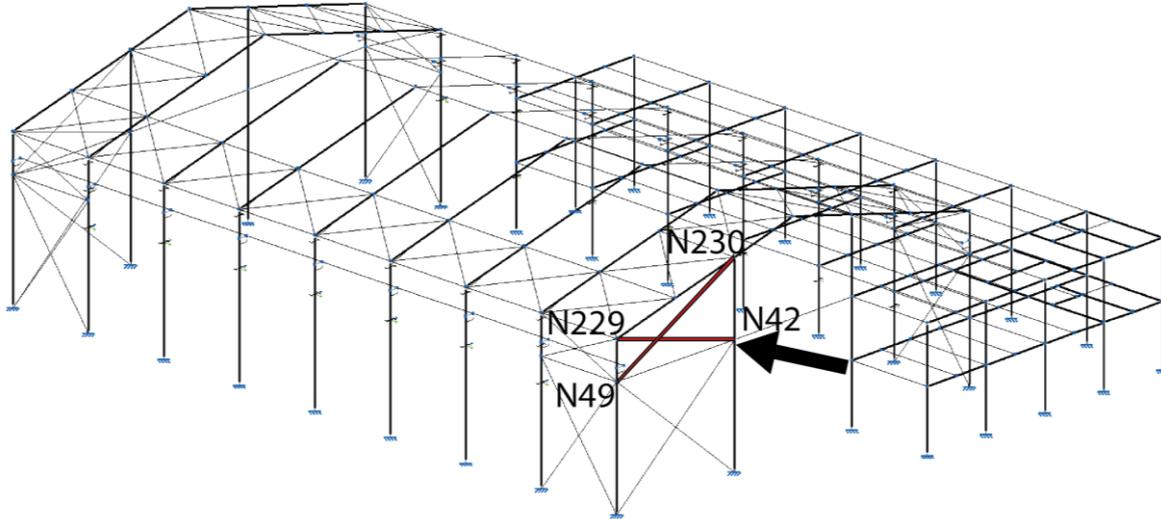


Ilustración 39. Representación de diagonales comprobadas

La única comprobación necesaria en las diagonales es la del Estado Límite Último por resistencia, y sólo se comprobará el axil, porque son tirantes y únicamente trabajan a tracción. Las barras son cables por lo que no tienen limitación de flecha, ni es necesario comprobar el pandeo. Para ello es necesario buscar en el catálogo el área de la sección del perfil R25 que es  $A = 491 \text{ mm}^2$  y saber los esfuerzos a tracción de cada barra.

Para la comprobación de ambas diagonales se utiliza la siguiente ecuación:

$$\frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} \leq 1$$

- Diagonal N230/N49

El esfuerzo axil de tracción de la diagonal es  $N_{ed} = 103,75 \text{ kN}$ . Con la ecuación mencionada se realiza la comprobación.

$$\frac{103,75 \cdot 10^3}{491 \cdot 261,9} = 0,806 \leq 1$$

CUMPLE EL E.L.U. POR RESISTENCIA

- Diagonal N229/N42

El esfuerzo axil de tracción de esta segunda diagonal es  $N_{ed} = 69,52 \text{ kN}$ . Utilizando la misma ecuación que en la anterior diagonal se comprueba si cumple.

$$\frac{69,52 \cdot 10^3}{491 \cdot 261,9} = 0,54 \leq 1$$

CUMPLE EL E.L.U. POR RESISTENCIA

## 6.4. Comprobación Viga Carrilera (Puente Grúa)

Las vigas carrileras son las encargadas de soportar los esfuerzos que genera el puente grúa debido a su desplazamiento sobre ellas. Estas vigas son barras de perfil HE 220 A de 5 m de longitud.

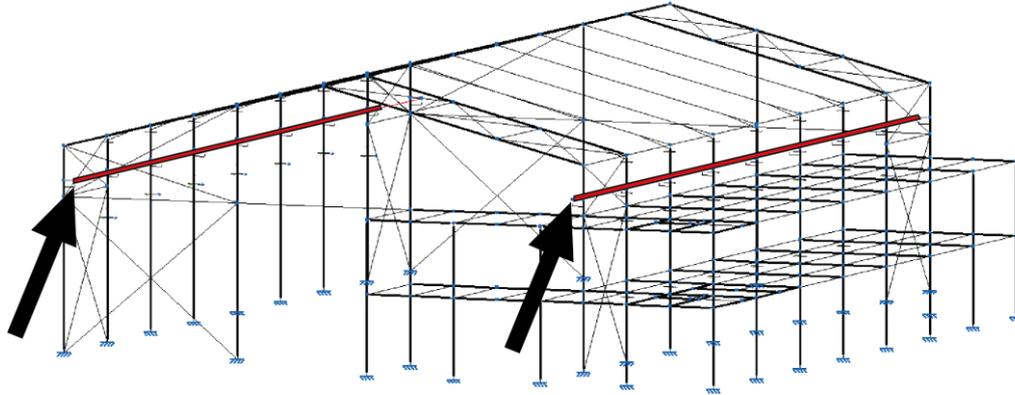


Ilustración 40. Representación viga carrilera comprobada

Para su comprobación, además del peso propio tiene asignadas tres hipótesis de cargas distintas, que son tres posiciones diferentes de las ruedas del puente grúa, que tienen una separación de 3,1 m. Estas son: Una rueda del puente grúa muy próxima a un extremo de la barra, el puente grúa en el centro de la viga carrilera y, por último, una rueda del puente grúa en el centro de una de las barras.

Los datos del perfil HE 220 A son:

$$W_{el,y} = 515 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad W_{el,z} = 178 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 91,7 \text{ mm} \quad i_z = 55,1 \text{ mm}$$

$$A_{vz} = 2063 \text{ mm}^2 \quad A = 6430 \text{ mm}^2$$

### 6.4.1. Comprobación del Estado Límite Último por resistencia

Consultando en CYPE 3D (Ilustración 41) después de asignar las hipótesis de carga se obtienen los esfuerzos máximos a los que está sometida una viga carrilera.

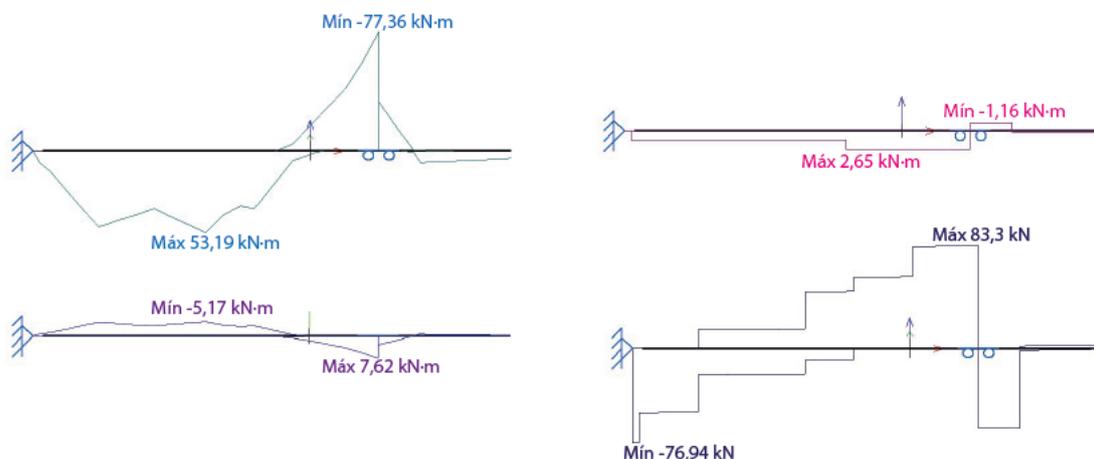


Ilustración 41. Acciones viga carrilera

$$M_{y,ed} = 77,36 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{z,ed} = 7,62 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{y,ed} = 0 \text{ kN} \quad V_{z,ed} = 83,3 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 0 \text{ kN} \quad T_{ed} = 2,65 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Se va a comprobar en primera instancia si la viga carrilera resiste a torsión, para ello, se busca en el catálogo de perfiles la resistencia a torsión de nuestro perfil y es  $W_T = 26,01 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ . Con ambos datos se comprueba a través de la siguiente inequación.

$$\frac{T_{ed}}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{2,65 \cdot 10^6}{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 26,01 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = 0,674 \leq 1$$

Como se puede apreciar, la viga carrilera resiste a torsión, ahora a través de la siguiente fórmula se realiza la comprobación del E.L.U. por resistencia.

$$\frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Pero antes, hay que asegurarse que no existe interacción del cortante:

$$V_{z,ed} \leq 0,5 \cdot A_{vz} \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$83,3 \cdot 10^3 \leq 0,5 \cdot 2063 \cdot \frac{261,9}{\sqrt{3}} = 155,97 \cdot 10^3$$

No se produce interacción del cortante, por lo que se puede continuar con la comprobación del E.L.U. por resistencia de la barra.

$$\frac{77,36 \cdot 10^6}{515 \cdot 10^3 \cdot 261,9} + \frac{7,62 \cdot 10^6}{178 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \leq 1$$

$$0,736 \leq 1$$

CUMPLE EL E.L.U. POR RESISTENCIA

#### 6.4.2. Comprobación de radio de giro

Las longitudes de pandeo de la viga carrilera es igual a la longitud de la barra en ambos ejes:

$$L_{ky} = 5000 \text{ mm}$$

$$L_{kz} = 5000 \text{ mm}$$

Aplicamos la siguiente ecuación para comprobar si cumple la especificación.

$$\frac{L_{ky}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} \leq i_y$$

$$\frac{5000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 28,79 \text{ mm} \leq 91,7 \text{ mm}$$

$$\frac{L_{kz}}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{yk}}{E}} \leq i_z$$

$$\frac{5000}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{275}{210000}} = 28,79 \text{ mm} \leq 55,1 \text{ mm}$$

CUMPLE POR RADIO DE GIRO

### 6.4.3. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación

Se va comprobar que el desplome máximo permitido de la viga carrilera es menor que la condición de deformación que se le ha asignado. Para la barra de 5 m de longitud, La flecha límite es más restrictiva que en el resto de barras de la estructura, ya que va a estar circulando un puente grúa sobre la misma, siendo L/600, lo que nos deja una deformación máxima de:

$$f_{\text{lim}} = \frac{L}{600} = \frac{5000}{600} = 8,33 \text{ mm}$$

Observando en el programa CYPE 3D, la deformación máxima en la condición más desfavorable es:

$$f_{\text{máx}} = 5,433 \text{ mm} \leq 8,33 \text{ mm} = f_{\text{lim}}$$

LA VIGA CARRILERA DE PERFIL HE 220 A CUMPLE EL E.L.S. POR DEFORMACIÓN

## 6.5. Comprobación Correas de Cubierta

Las correas que se van a comprobar pertenecen a la zona de la cubierta con mayor carga de viento, que es la más desfavorable, siendo la zona F. Las correas son de perfil de acero conformado CE 140x70x28, a dos vanos con fijación rígida, siendo cada correa de 10 m de longitud. Los datos necesarios del perfil en cuestión son:

$$W_{el,y} = 41,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$W_{el,z} = 15,47 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

### 6.5.1. Comprobación Estado Límite Último por resistencia

Los esfuerzos a los que está sometido la correas son: el peso del cerramiento, la sobrecarga de uso y las acciones tanto de succión como de compresión del viento. Dadas estas acciones se obtienen en CYPE 3D (Ilustración 42) los esfuerzos más desfavorables para las correas.

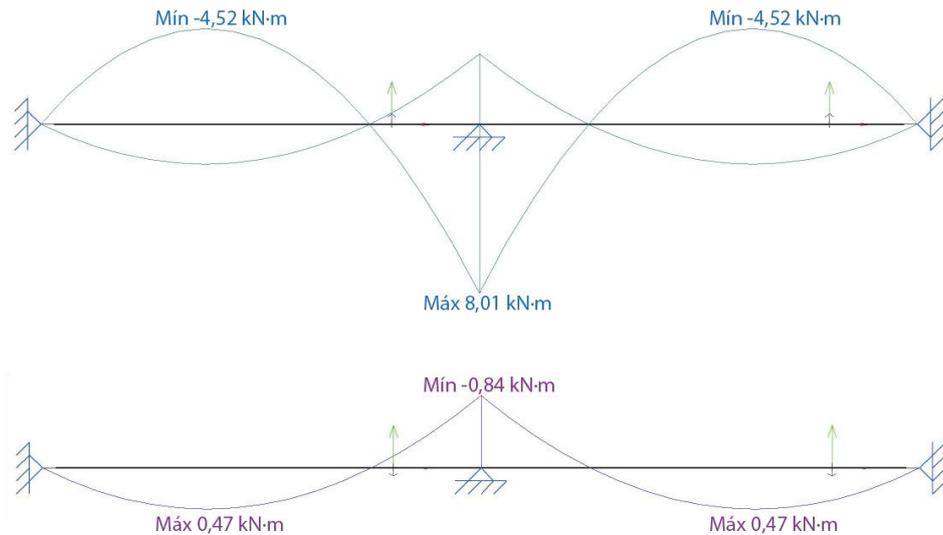


Ilustración 42. Acciones correas de cubierta

$$M_{y,ed} = 8,01 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,ed} = 0,84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Para que el perfil en cuestión sea válido a la comprobación debe cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_{ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \frac{M_{z,ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Con los datos conseguidos, se comprueba el E.L.U. en cuestión.

$$\frac{8,01 \cdot 10^6}{41,2 \cdot 10^3 \cdot 261,9} + \frac{0,84 \cdot 10^6}{15,47 \cdot 10^3 \cdot 261,9} \leq 1$$

$$0,949 \leq 1$$

CUMPLE EL E.L.U. POR RESISTENCIA

### 6.5.2. Comprobación del Estado Límite de Servicio por deformación

En las correas de cubierta el desplome máximo permitido es  $L/300$  para una longitud de correa de 5 m. En este caso el desplome será:

$$f_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{1000}{300} = 33,33 \text{ mm}$$

Observando en CYPE 3D la deformación máxima de las correas de cubierta en la zona F, siendo la más desfavorable se obtiene una flecha máxima de:

$$f_{m\acute{a}x} = 10,809 \text{ mm} \leq 33,33 \text{ mm} = f_{lim}$$

LAS CORREAS DE CUBIERTA CUMPLE EL E.L.S. POR DEFORMACIÓN

## 6.6. Comprobación Placa de Anclaje (Más Desfavorable)

La placa de anclaje que se va a comprobar pertenece al nudo 21 correspondiente a la base del pilar comprobado anteriormente.

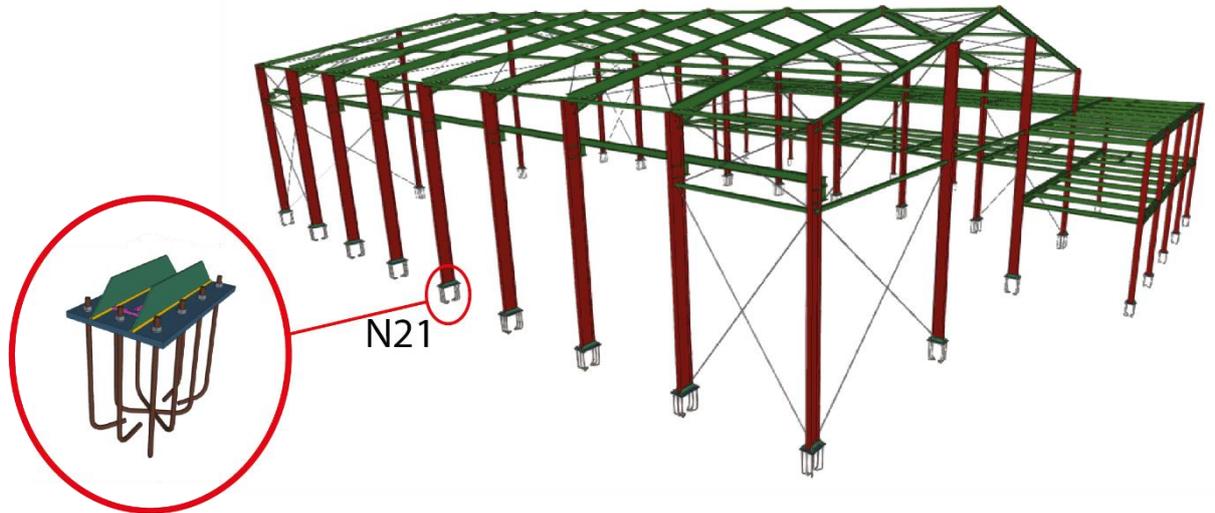


Ilustración 43. Representación placa de anclaje comprobada

Las dimensiones de dicha placa de anclaje son:

$$a = 800 \text{ mm}$$

$$b = 500 \text{ mm}$$

$$e = 30 \text{ mm}$$

Las dimensiones del pilar:

$$a_p = 500 \text{ mm}$$

$$b_p = 200 \text{ mm}$$

Además, la placa dispone de unas cartelas rigidizadoras de  $h' = 150 \text{ mm}$  de altura y de espesor  $e_c = 8 \text{ mm}$ . Tiene 10 pernos a una distancia del borde  $d' = 70 \text{ mm}$ , que están configurados con patillas a  $90^\circ$  de  $500 \text{ mm}$  de longitud y  $25 \text{ mm}$  de diámetro. Los esfuerzos a los que está sometida la placa de anclaje proceden de la combinación: PP + V(180°)H2. Estas acciones generan las siguientes cargas.

Respecto a PP:

$$N = 48,63 \text{ kN}$$

$$V = 15,81 \text{ kN}$$

$$M = 65,22 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Respecto a V(180°)H2:

$$N = 0 \text{ kN}$$

$$V = 22,59 \text{ kN}$$

$$M = 87,9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

La combinatoria PP + V(180°)H2:

$$N = 48,63 \text{ kN}$$

$$V = 38,4 \text{ kN}$$

$$M = 153,12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Con los esfuerzos y dimensiones mostrados se pasa a realizar las distintas comprobaciones de la placa de anclaje.

### 6.6.1. Comprobación del Estado Límite Último de agotamiento del apoyo

Para realizar esta comprobación se necesita el valor de la resistencia de cálculo del hormigón ( $f_{jd}$ ) que se obtiene a partir de la resistencia característica del hormigón ( $f_{ck}$ ), un coeficiente de minoración ( $\gamma_c$ ) que toma el valor 1,5, el coeficiente de la junta ( $\beta_j$ ) y el factor de concentración ( $K_j$ ), tomando estos dos último el valor 1.

$$f_{jd} = \beta_j \cdot K_j \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1 \cdot 1 \cdot \frac{25}{1,5} = 16,66 \text{ MPa}$$

La anchura suplementaria del apoyo es:

$$c = e \cdot \left( \frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{jd}} \right)^{\frac{1}{2}} = 30 \cdot \left( \frac{261,9}{3 \cdot 16,66} \right)^{\frac{1}{2}} = 68,66 \text{ mm}$$

Con estos datos se obtiene el ancho portante de la placa de anclaje.

$$b' = 2 \cdot e_c + \min(b_p; 2 \cdot c) + \min(b - b_p - 2 \cdot e_c; 2 \cdot c) = 2 \cdot 8 + 2 \cdot 68,66 + 2 \cdot 68,66 = 290,64$$

Se plantean las ecuaciones de equilibrio de fuerzas verticales y momentos en los pernos para obtener la longitud de la placa de anclaje que se encuentra comprimida ( $y$ ).

$$\sum F_V = 0 \Rightarrow T_d + N = b' \cdot y \cdot f_{jd}$$

$$\sum M_{pernos} \Rightarrow M + N \cdot \left( \frac{a}{2} - d' \right) = b' \cdot f_{jd} \cdot y \cdot \left( a - d' - \frac{y}{2} \right)$$

De la ecuación de equilibrio de momentos se puede despejar la variable "y":

$$\sum M_{pernos} \Rightarrow 153,12 \cdot 10^6 + 48,63 \cdot 10^3 \cdot \left( \frac{800}{2} - 70 \right) = 290,64 \cdot 16,66 \cdot y \cdot \left( 800 - 70 - \frac{y}{2} \right)$$

$$y = 49,565 \text{ mm}$$

Para que cumpla el E.L.U. de agotamiento del apoyo se debe cumplir la condición de ductilidad:

$$y < \frac{a}{4} \Rightarrow 49,565 \text{ mm} < \frac{800}{2} = 200 \text{ mm}$$

CUMPLE EL E.L.U. DE AGOTAMIENTO DEL APOYO

## 6.6.2. Comprobación del Estado Límite Último de agotamiento de la placa a flexión

Para esta comprobación se debe cumplir la condición:

$$\frac{M_{ed}}{W_{el} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

- Obtención  $M_{ed}$

$$M_{ed} = \max(M_A; M_B)$$

Los momentos  $M_A$  y  $M_B$  son los momentos en los puntos más débiles de la placa, que corresponden a los puntos de unión entre la placa y el pilar.

Primero se obtiene el vuelo y de la ecuación de equilibrio de fuerzas verticales se obtiene la tracción de los pernos.

$$v = \frac{a - a_p}{2} = \frac{800 - 500}{2} = 150 \text{ mm}$$

$$T_d + N = b' \cdot y \cdot f_{jd} \Rightarrow T_d = 290,64 \cdot 49,565 \cdot 16,66 - 48,63 \cdot 10^3 = 191,366 \text{ kN}$$

Momento en el punto A:

$$M_A = f_{jd} \cdot b' \cdot y \cdot \left(v - \frac{y}{2}\right) = 16,66 \cdot 290,64 \cdot 49,565 \cdot \left(150 - \frac{49,565}{2}\right) = 30,051 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Momento en el punto B:

$$M_B = T_d \cdot (v - d') = 191,366 \cdot 10^3 \cdot (150 - 70) = 15,47 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Obtenidos los momentos en los puntos A y B que son los más débiles, se consigue el momento  $M_{ed}$  en la sección más solicitada que será:

$$M_{ed} = \max(M_A; M_B) = \max(30,051; 15,47) = 30,051 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Obtención  $W_{el}$

$$W_{el} = \min(W_{sup}; W_{inf})$$

El módulo resistente se obtiene a partir de la posición del centro de gravedad y del momento de inercia de la sección de la placa con cartelas. Para ello, primero se obtiene el área de la sección y la posición del centro de gravedad de la misma.

$$A = A_p + 2 \cdot A_c = b \cdot e + 2 \cdot e_c \cdot h' = 500 \cdot 30 + 2 \cdot 8 \cdot 150 = 15000 + 2 \cdot 1200 = 17400 \text{ mm}^2$$

$$y_G = \frac{b \cdot e \cdot \frac{e}{2} + 2 \cdot e_c \cdot h' \cdot \left(e + \frac{h'}{2}\right)}{A} = \frac{500 \cdot 30 \cdot \frac{30}{2} + 2 \cdot 8 \cdot 150 \cdot \left(30 + \frac{150}{2}\right)}{17400} = 27,41 \text{ mm}$$

Ahora se pasa a calcular el momento de inercia de la placa con cartelas que sigue la siguiente ecuación:

$$I = \sum I_i + \sum A_i \cdot (y_i - y_G)^2$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot e^3 + \frac{2}{12} \cdot e_c \cdot h'^3 + A_p \cdot \left(\frac{e}{2} - y_G\right)^2 + \frac{2}{12} \cdot A_c \cdot \left(\left(e + \frac{h'}{2}\right) - y_G\right)^2$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 30^3 + \frac{2}{12} \cdot 8 \cdot 150^3 + 15000 \cdot \left(\frac{30}{2} - 27,41\right)^2 + \frac{2}{12} \cdot 1200 \cdot \left(\left(30 + \frac{150}{2}\right) - 27,41\right)^2$$

$$I = 22383620,94 \text{ mm}^4$$

Como la pieza no es simétrica con respecto a la posición del centro de gravedad, no es lo mismo el módulo resistente de la fibra superior que el módulo resistente de la fibra inferior.

Fibra superior:

$$W_{sup} = \frac{I}{h - y_G} = \frac{I}{(h' + e) - y_G} = \frac{22383620,94}{(150 + 30) - 27,41} = 146691,27 \text{ mm}^3$$

Fibra inferior:

$$W_{inf} = \frac{I}{y_G} = \frac{22383620,94}{27,41} = 816622,43 \text{ mm}^3$$

Obtenidos ambos módulos resistentes, seleccionamos el de menor valor:

$$W_{el} = \min(W_{sup}; W_{inf}) = \min(146691,27; 816622,43) = 146691,27 \text{ mm}^3$$

Como ya se tiene tanto el momento como el módulo resistente se realiza la condición de comprobación:

$$\frac{M_{ed}}{W_{el} \cdot f_{yd}} \leq 1 \Rightarrow \frac{30,051 \cdot 10^6}{146691,27 \cdot 261,9} = 0,782 \leq 1$$

CUMPLE EL E.L.U. DE AGOTAMIENTO DE LA PLACA A FLEXIÓN

## 6.7. Comprobación Zapata (Más Desfavorable)

La zapata que se va a comprobar es la correspondiente al arranque N21. Se trata de una zapata rectangular centrada que soporta al pilar que se ha comprobado anteriormente. Este era el pilar sometido a mayores esfuerzos, provocando que esta zapata sea la más grande de la estructura al dimensionar, aunque se hayan igualado por partes más tarde. Cabe mencionar que la tensión admisible del terreno es  $\sigma_{\text{terreno}} = 0,2 \text{ MPa} = 0,2 \text{ N/mm}^2$ , necesario para realizar las comprobaciones.

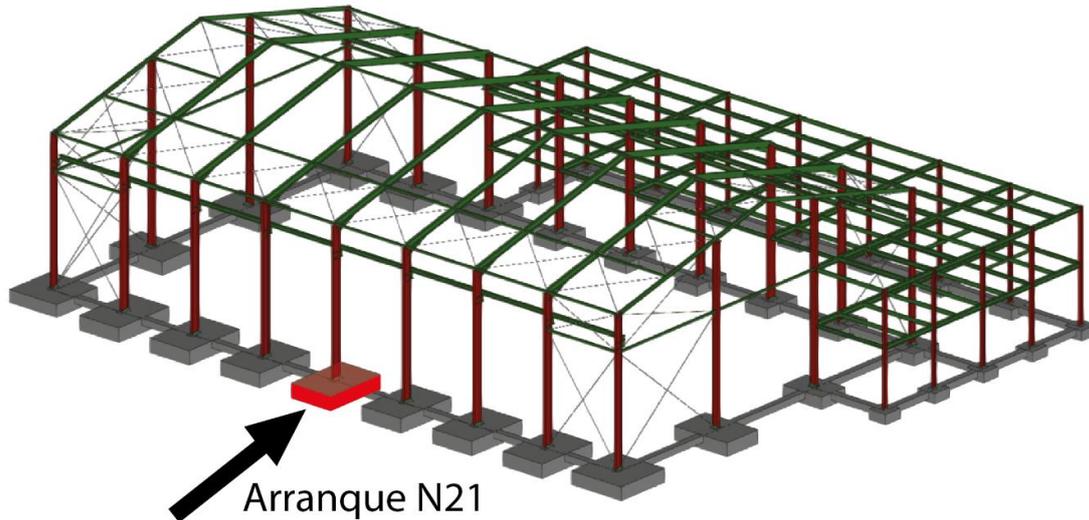


Ilustración 44. Representación zapata comprobada

Las dimensiones de dicha zapata son:

$$a = 2700 \text{ mm}$$

$$b = 4000 \text{ mm}$$

$$h = 800 \text{ mm}$$

Los esfuerzos a los que está sometida la zapata proceden de la combinación: PP + V(180°)H2. Son los mismos esfuerzos descritos para la placa de anclaje comprobada anteriormente al ser el mismo nudo. Estas acciones generan las siguientes cargas.

La combinatoria PP + V(180°)H2:

$$N = 48,63 \text{ kN}$$

$$V = 38,4 \text{ kN}$$

$$M = 153,12 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El esfuerzo de compresión total de la zapata es la suma del esfuerzo axial y el peso propio de la zapata, este peso es el producto del volumen de la zapata y el peso específico del hormigón armado ( $\gamma_{\text{HA}} = 25 \text{ kN/m}^3$ ):

$$P_z = \gamma_H \cdot a \cdot b \cdot h = 25 \cdot 2,7 \cdot 4 \cdot 0,8 = 216 \text{ kN}$$

Por lo tanto, el axil total será:

$$N_T = N + P_z = 48,63 + 216 = 264,63 \text{ kN}$$

### 6.7.1. Comprobación del Estado Límite Último por hundimiento

Para la comprobación por hundimiento de la zapata se tiene que cumplir la siguiente inecuación:

$$\frac{N_T}{A_{eq}} \leq \sigma_{terreno}$$

Donde  $A_{eq}$  es el área equivalente de la zapata debida a la excentricidad producida por el momento flector. La excentricidad producida por el momento es:

$$e = \frac{M}{N_T} = \frac{153,12 \cdot 10^6}{264,63 \cdot 10^3} = 578,62 \text{ mm}$$

Calculada la excentricidad se pasa a obtener el área equivalente de la zapata.

$$A_{eq} = 2 \cdot \left( \frac{a}{2} - e \right) \cdot b = 2 \cdot \left( \frac{2700}{2} - 578,62 \right) \cdot 4000 = 6171040 \text{ mm}^2$$

Con todos los cálculos realizados, se continúa con la comprobación del E.L.U. por hundimiento de la zapata.

$$\frac{264,63 \cdot 10^3}{6171040} = 0,043 \text{ MPa} \leq 0,2 \text{ MPa}$$

CUMPLE EL E.L.U. POR HUNDIMIENTO

### 6.7.2. Comprobación del Estado Límite Último a vuelco

Hay que determinar la seguridad a vuelco de la zapata mediante la siguiente inecuación:

$$C_{sv} = \frac{N_T \cdot \frac{b}{2}}{M + (V \cdot h)} \geq 2$$

$$C_{sv} = \frac{264,63 \cdot 10^3 \cdot \frac{4000}{2}}{153,12 \cdot 10^6 + (38,4 \cdot 10^3 \cdot 800)} = 2,87 \geq 2$$

CUMPLE EL E.L.U. A VUELCO

### 6.7.3. Comprobación del Estado Límite Último por deslizamiento

El deslizamiento es debido al cortante, y se comprueba con la fórmula:

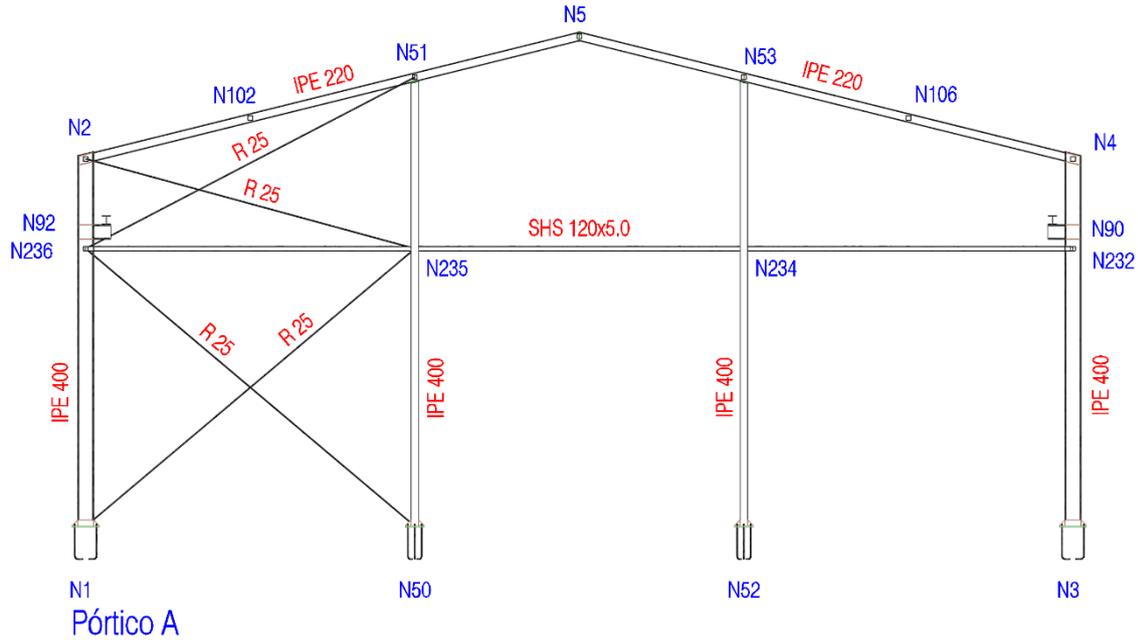
$$V \leq \frac{1}{\gamma_R} \cdot (N_T \cdot \tan \Phi d)$$

Donde  $\gamma_R$  es el coeficiente parcial de resistencia que tiene como valor mínimo 1,5. Y  $\Phi d$  es el ángulo de deslizamiento de la zapata que son  $2/3$  de  $\Phi$ , que es el ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno  $\Phi = 29^\circ$ . Dado el ángulo de rozamiento interno, el ángulo de deslizamiento será  $\Phi d = 19,33^\circ$ . Con los datos en cuestión obtenidos se pasa a la comprobación por deslizamiento de la zapata.

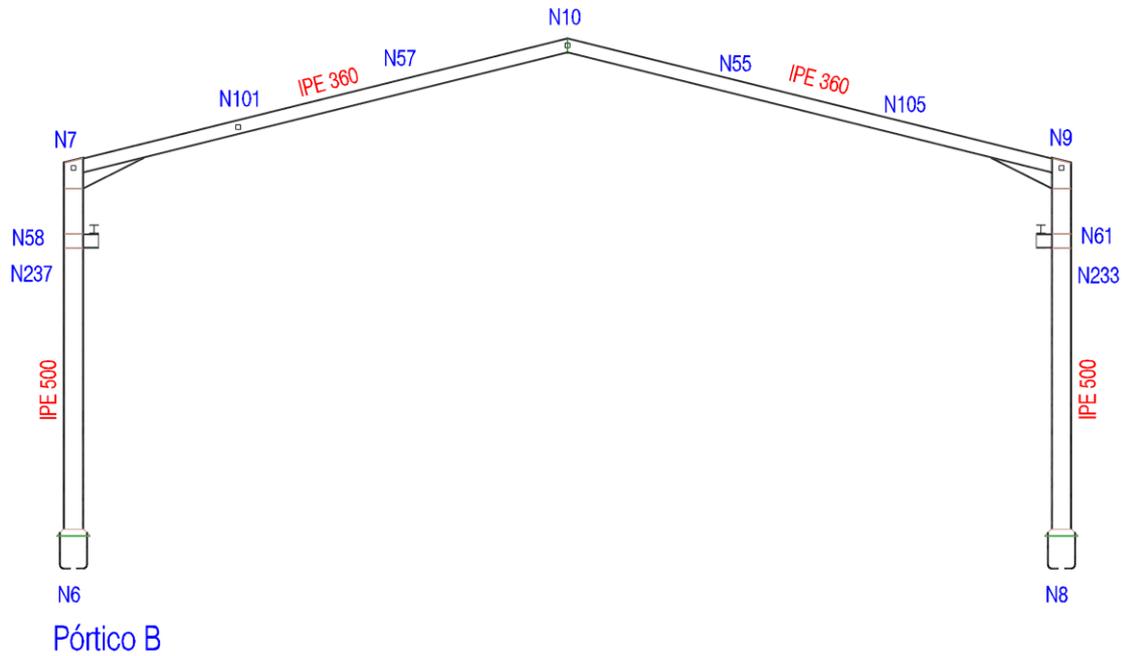
$$38,4 \cdot 10^3 \leq \frac{1}{1,5} \cdot (264,63 \cdot 10^3 \cdot \tan 19,33^\circ) = 61,885 \cdot 10^3$$

CUMPLE EL E.L.U. POR DESLIZAMIENTO

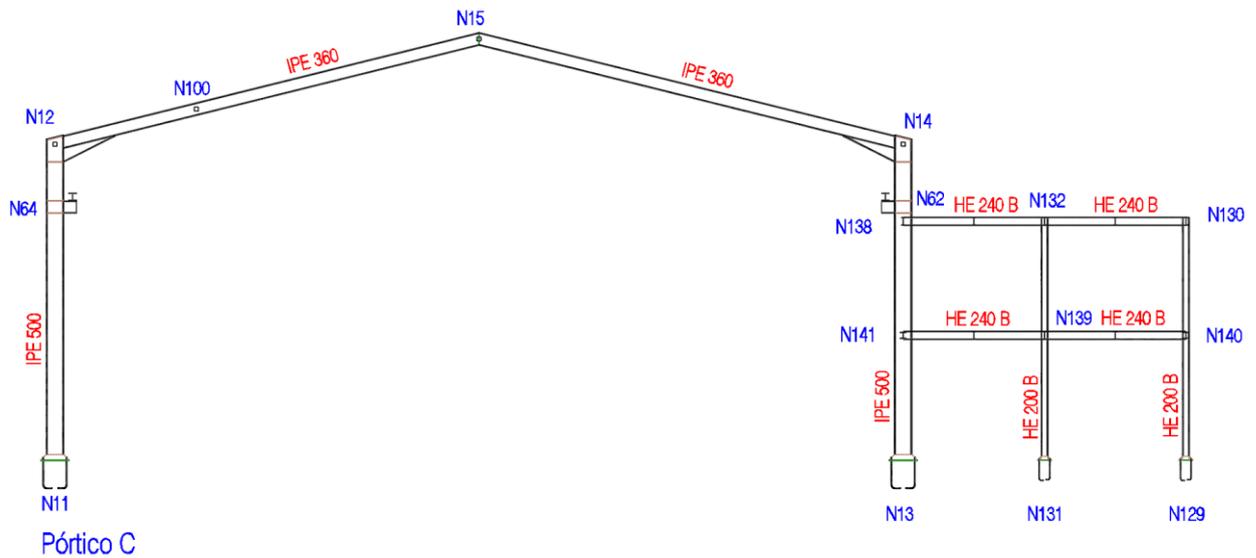
## 6.8. Comprobaciones E.L.U. CYPE Resumido



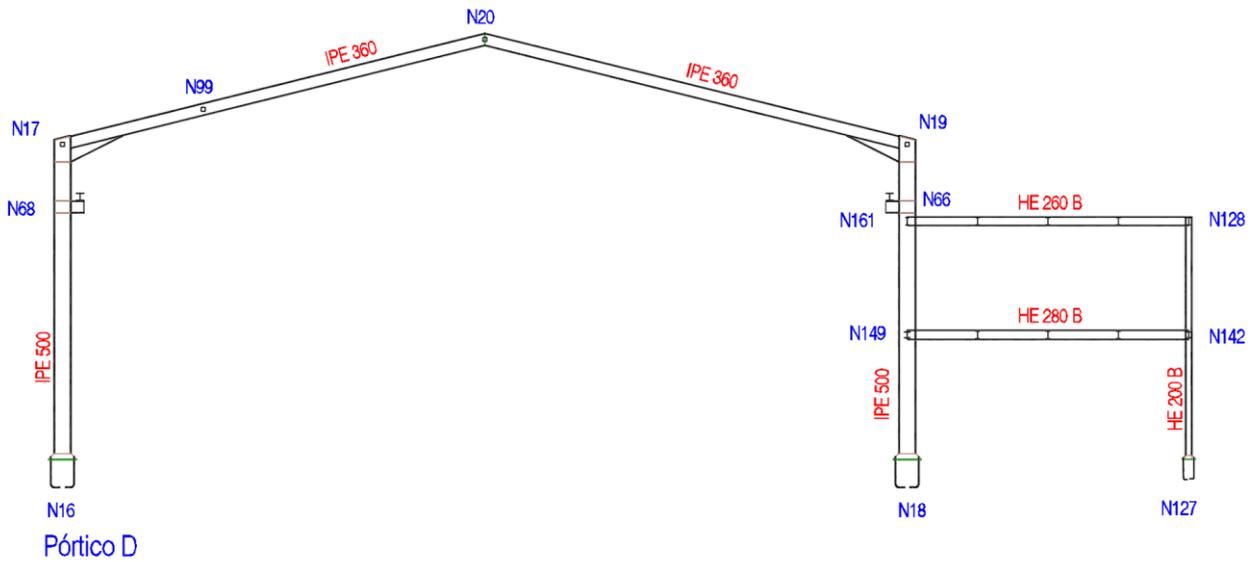
Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
<b>Pórtico A</b>															
N1/N236	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.739 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 7.0$	x: 0 m $\eta = 17.4$	x: 0 m $\eta = 63.1$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 80.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 4.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.6$
N236/N92	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.3$	x: 0.06 m $\eta = 1.8$	x: 0.06 m $\eta = 5.4$	x: 0.06 m $\eta = 40.4$	$\eta = 1.9$	x: 0.06 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 44.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.5$	$\eta = 1.9$	x: 0.06 m $\eta = 2.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.1$
N92/N2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.435 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 1.436 m $\eta = 8.2$	x: 0 m $\eta = 22.0$	x: 1.436 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 26.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	x: 1.436 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 26.2$
N3/N232	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.739 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 19.3$	x: 0 m $\eta = 63.0$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 77.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 0 m $\eta = 4.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.6$
N232/N90	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.0$	x: 0.06 m $\eta = 1.4$	x: 0.06 m $\eta = 13.1$	x: 0.06 m $\eta = 40.5$	$\eta = 4.8$	x: 0.06 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 46.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 18.7$	$\eta = 4.9$	x: 0.06 m $\eta = 2.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 46.7$
N90/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.435 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 1.436 m $\eta = 8.6$	x: 0 m $\eta = 23.1$	$\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 26.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.1$	$\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 26.5$
N2/N102	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 4.0$	x: 0.207 m $\eta = 8.2$	x: 0.207 m $\eta = 36.8$	x: 4.061 m $\eta = 13.2$	x: 0.207 m $\eta = 7.8$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.207 m $\eta = 49.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0.207 m $\eta = 7.8$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 49.0$
N102/N51	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 2.5$	x: 0.062 m $\eta = 2.7$	x: 4.061 m $\eta = 52.1$	x: 0.062 m $\eta = 10.6$	x: 4.061 m $\eta = 7.8$	x: 0.062 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.061 m $\eta = 54.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 4.061 m $\eta = 7.8$	x: 0.062 m $\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54.8$
N51/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 3.1$	x: 0.062 m $\eta = 1.7$	x: 0.062 m $\eta = 66.8$	x: 4.061 m $\eta = 9.5$	x: 0.062 m $\eta = 8.1$	x: 0.062 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 69.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.062 m $\eta = 8.1$	x: 0.062 m $\eta = 0.7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 69.8$
N4/N106	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 2.0$	x: 0.207 m $\eta = 4.0$	x: 0.207 m $\eta = 47.1$	x: 4.061 m $\eta = 11.6$	x: 0.207 m $\eta = 7.9$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.207 m $\eta = 58.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.207 m $\eta = 7.9$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 58.3$
N106/N53	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 2.8$	x: 0.062 m $\eta = 2.4$	x: 4.061 m $\eta = 46.3$	x: 0.062 m $\eta = 9.0$	x: 4.061 m $\eta = 7.7$	x: 0.062 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.061 m $\eta = 48.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 4.061 m $\eta = 7.7$	x: 0.062 m $\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 48.0$
N53/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 3.0$	x: 0.062 m $\eta = 1.6$	x: 0.062 m $\eta = 67.2$	x: 4.061 m $\eta = 9.3$	x: 0.062 m $\eta = 8.1$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 67.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.062 m $\eta = 8.2$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 67.7$
N50/N235	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.74 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 0 m $\eta = 95.4$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 98.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 98.6$
N235/N51	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.085 m $\eta = 1.6$	x: 0.06 m $\eta = 2.3$	x: 0.06 m $\eta = 55.6$	x: 4.086 m $\eta = 9.9$	x: 4.086 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 63.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 4.086 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.0$
N52/N234	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.74 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 96.3$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 99.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 99.3$
N234/N53	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.085 m $\eta = 1.8$	x: 0.06 m $\eta = 2.2$	x: 0.06 m $\eta = 55.2$	x: 4.086 m $\eta = 18.0$	x: 4.086 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 61.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 4.086 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 61.9$



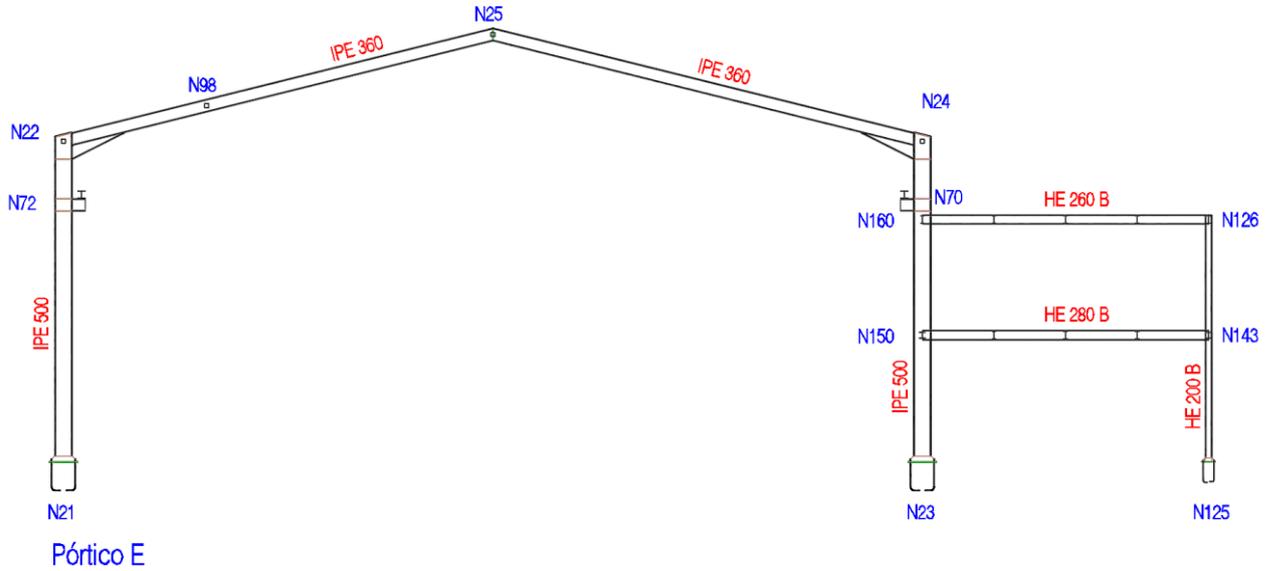
Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
<b>Pórtico B</b>															
N6/N237	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.8 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 13.4$	x: 0 m $\eta = 41.5$	x: 0 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 43.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.6$
N237/N58	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 0.23 m $\eta = 16.7$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0.23 m $\eta = 3.6$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 19.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.1$	x: 0.23 m $\eta = 3.6$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.1$
N58/N7	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0.987 m $\eta = 23.7$	x: 0 m $\eta = 3.0$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 25.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 25.8$
N8/N233	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.8 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 29.7$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 6.7$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 32.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 6.7$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.0$
N233/N61	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.23 m $\eta = 16.5$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0.23 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 19.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 13.6$	x: 0.23 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.1$
N61/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0.987 m $\eta = 23.2$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0.987 m $\eta = 4.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 25.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.1$	x: 0.987 m $\eta = 4.8$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 25.2$
N7/N101	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.4$	x: 1.757 m $\eta = 13.4$	x: 1.759 m $\eta = 29.8$	x: 4.061 m $\eta = 2.6$	x: 1.664 m $\eta = 6.9$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 44.9$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.8$	x: 1.664 m $\eta = 7.0$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 44.9$
N101/N57	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 2.6$	x: 0.062 m $\eta = 16.8$	x: 3.861 m $\eta = 16.9$	x: 0.062 m $\eta = 4.9$	x: 0.062 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.061 m $\eta = 36.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 0.062 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.4$
N57/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 5.2$	x: 0.062 m $\eta = 18.6$	x: 4.061 m $\eta = 17.4$	x: 4.061 m $\eta = 7.9$	x: 4.061 m $\eta = 5.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 36.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 4.061 m $\eta = 5.3$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.1$
N9/N105	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 3.2$	x: 1.757 m $\eta = 15.2$	x: 1.759 m $\eta = 28.8$	x: 0.258 m $\eta = 3.3$	x: 1.664 m $\eta = 6.7$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 42.5$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 1.0$	x: 1.664 m $\eta = 6.7$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 42.5$
N105/N55	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 4.8$	x: 0.062 m $\eta = 19.2$	x: 3.461 m $\eta = 16.4$	x: 4.061 m $\eta = 3.1$	x: 0.062 m $\eta = 4.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.661 m $\eta = 37.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 0.062 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.3$
N55/N10	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 6.1$	x: 0.062 m $\eta = 18.6$	x: 4.061 m $\eta = 17.4$	x: 4.061 m $\eta = 6.2$	x: 4.061 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 36.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 4.061 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 36.8$



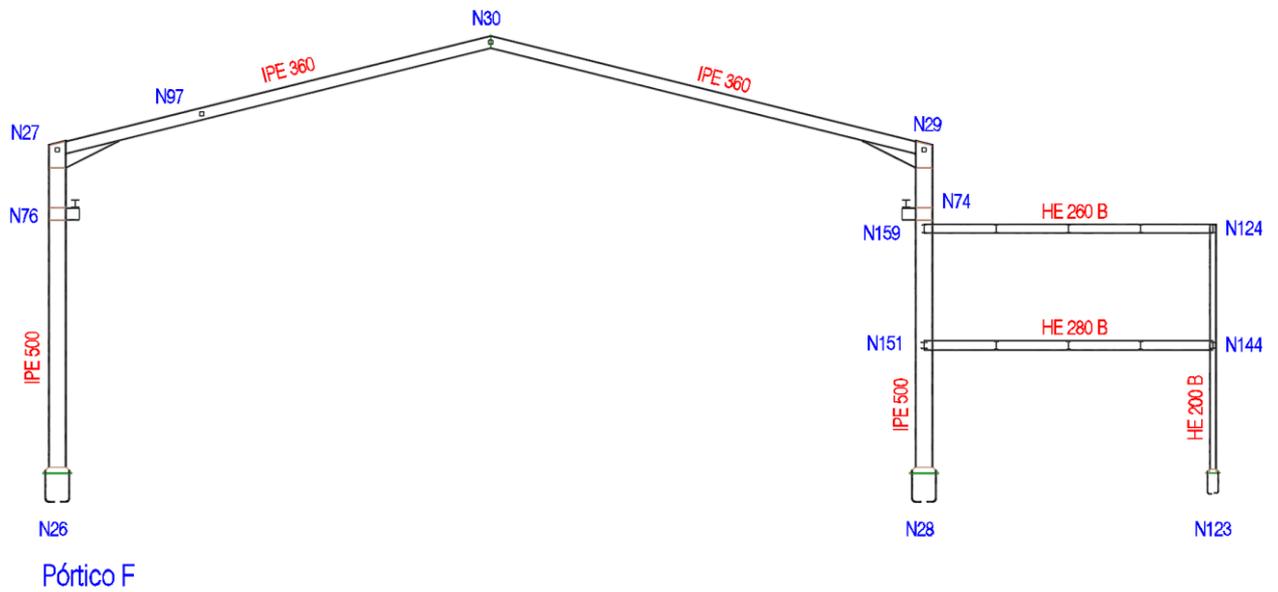
Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
<b>Pórtico C</b>															
N11/N64	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.029 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 58.5$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 8.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 59.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 8.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.2$
N64/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0.987 m $\eta = 31.1$	x: 0.987 m $\eta = 3.5$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 33.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33.7$
N13/N141	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 0 m $\eta = 30.3$	x: 0 m $\eta = 14.8$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 3.43 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 3.43 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.4$
N141/N138	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.129 m $\eta = 0.6$	x: 0.12 m $\eta = 7.3$	x: 3.13 m $\eta = 12.4$	x: 0.12 m $\eta = 9.0$	x: 0.12 m $\eta = 4.0$	x: 0.12 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.12 m $\eta = 24.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.12 m $\eta = 4.0$	x: 0.12 m $\eta = 0.8$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 24.0$
N138/N62	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.4$	x: 0.12 m $\eta = 2.8$	x: 0.23 m $\eta = 17.6$	x: 0.12 m $\eta = 6.9$	x: 0.12 m $\eta = 7.9$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.12 m $\eta = 23.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.6$	x: 0.12 m $\eta = 7.9$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 23.9$
N62/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 28.2$	x: 0 m $\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 30.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.5$
N12/N100	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.7$	x: 1.757 m $\eta = 15.8$	x: 1.759 m $\eta = 57.1$	x: 0.258 m $\eta = 2.5$	x: 1.759 m $\eta = 8.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 77.0$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 0.5$	x: 1.759 m $\eta = 8.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 77.0$
N100/N15	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.183 m $\eta = 3.7$	x: 0.062 m $\eta = 14.5$	x: 5.341 m $\eta = 19.4$	x: 8.184 m $\eta = 4.7$	x: 0.062 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.341 m $\eta = 33.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0.062 m $\eta = 5.4$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33.9$
N14/N15	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 12.306 m $\eta = 3.7$	x: 1.757 m $\eta = 15.9$	x: 1.759 m $\eta = 56.0$	x: 12.307 m $\eta = 5.0$	x: 1.759 m $\eta = 7.8$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 76.7$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 2.6$	x: 1.759 m $\eta = 7.8$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 76.7$
N131/N139	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 17.8$	x: 0 m $\eta = 20.8$	x: 0 m $\eta = 25.8$	$\eta = 5.0$	x: 3.43 m $\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 43.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 5.0$	x: 3.43 m $\eta = 1.7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.8$
N139/N132	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.12 m $\eta = 5.1$	x: 3.13 m $\eta = 32.0$	x: 0.12 m $\eta = 13.4$	$\eta = 9.2$	x: 0.12 m $\eta = 1.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.12 m $\eta = 40.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	$\eta = 9.2$	x: 0.12 m $\eta = 1.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 40.7$
N129/N140	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 19.8$	x: 0 m $\eta = 22.9$	$\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 0.9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.5$
N140/N130	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.12 m $\eta = 2.6$	x: 3.13 m $\eta = 24.0$	x: 0.12 m $\eta = 7.0$	x: 0.12 m $\eta = 7.8$	x: 0.12 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.12 m $\eta = 29.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.12 m $\eta = 7.8$	x: 0.12 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 29.0$



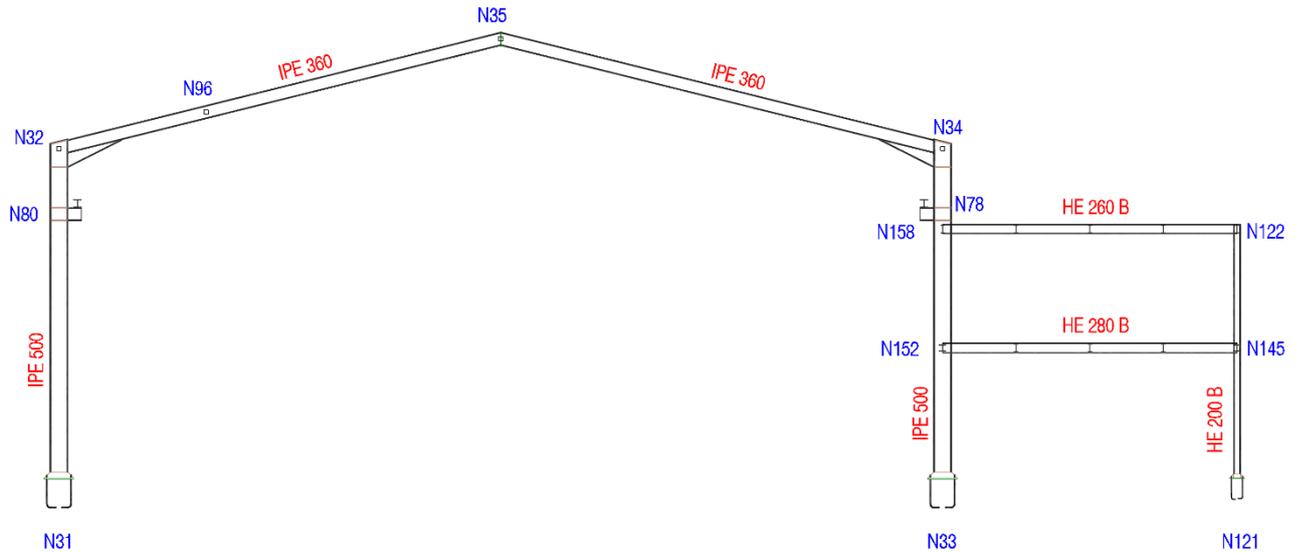
Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
<b>Pórtico D</b>															
N16/N68	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.029 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 66.4$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 8.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 67.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.6$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 67.1$
N68/N17	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 34.6$	x: 0.987 m $\eta = 3.7$	x: 0.987 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 37.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.987 m $\eta = 5.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.4$
N18/N149	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 29.8$	x: 0 m $\eta = 33.1$	x: 0 m $\eta = 13.5$	$\eta = 10.8$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 54.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 10.8$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54.5$
N149/N161	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 15.4$	x: 3.12 m $\eta = 35.2$	x: 0.14 m $\eta = 5.7$	$\eta = 12.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 41.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 12.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.3$
N161/N66	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.2$	x: 0.13 m $\eta = 2.8$	x: 0.23 m $\eta = 27.2$	x: 0.13 m $\eta = 3.0$	x: 0.13 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.13 m $\eta = 30.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.8$	x: 0.13 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.8$
N66/N19	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 37.3$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0.987 m $\eta = 6.0$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 39.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.6$	x: 0.987 m $\eta = 6.1$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 39.5$
N17/N99	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.9$	x: 1.757 m $\eta = 12.7$	x: 1.759 m $\eta = 65.1$	x: 0.258 m $\eta = 1.5$	x: 1.664 m $\eta = 8.9$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 80.9$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 0.4$	x: 1.664 m $\eta = 8.9$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.9$
N99/N20	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.183 m $\eta = 3.7$	x: 0.062 m $\eta = 11.2$	x: 6.154 m $\eta = 25.4$	x: 0.062 m $\eta = 3.7$	x: 0.062 m $\eta = 6.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.154 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 8.184 m $\eta = 3.5$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.2$
N19/N20	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 12.306 m $\eta = 3.7$	x: 1.757 m $\eta = 12.5$	x: 1.759 m $\eta = 71.5$	x: 12.307 m $\eta = 4.2$	x: 1.664 m $\eta = 9.0$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 87.4$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 2.1$	x: 1.664 m $\eta = 9.1$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.4$
N127/N142	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 20.0$	x: 3.41 m $\eta = 45.3$	x: 0 m $\eta = 19.7$	x: 0 m $\eta = 12.6$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 66.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.7$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 66.1$
N142/N128	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 8.1$	x: 3.12 m $\eta = 83.4$	x: 0.14 m $\eta = 3.0$	x: 0.14 m $\eta = 25.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 92.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.14 m $\eta = 25.7$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 92.4$



Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
<b>Pórtico E</b>															
N21/N72	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.029 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 69.5$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 8.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 70.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.5$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 70.1$
N72/N22	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 34.7$	x: 0.987 m $\eta = 3.7$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 37.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.5$
N23/N150	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 31.7$	x: 0 m $\eta = 33.9$	x: 0 m $\eta = 13.7$	$\eta = 10.7$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 57.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 10.7$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 57.8$
N150/N160	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 17.2$	x: 3.12 m $\eta = 35.3$	x: 0.14 m $\eta = 5.9$	$\eta = 11.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 41.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	$\eta = 11.9$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.1$
N160/N70	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.1$	x: 0.13 m $\eta = 3.6$	x: 0.23 m $\eta = 28.6$	x: 0.13 m $\eta = 2.5$	x: 0.13 m $\eta = 6.2$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 32.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.5$	x: 0.13 m $\eta = 6.3$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 32.2$
N70/N24	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 37.4$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 39.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 39.8$
N22/N98	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.9$	x: 1.757 m $\eta = 12.9$	x: 1.759 m $\eta = 65.5$	x: 0.258 m $\eta = 0.6$	x: 1.664 m $\eta = 8.9$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 81.6$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.5$	x: 1.664 m $\eta = 8.9$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 81.6$
N98/N25	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.183 m $\eta = 3.5$	x: 0.062 m $\eta = 11.2$	x: 6.154 m $\eta = 25.6$	x: 8.184 m $\eta = 4.0$	x: 0.062 m $\eta = 6.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.154 m $\eta = 35.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.7$
N24/N25	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 12.306 m $\eta = 3.5$	x: 1.757 m $\eta = 12.6$	x: 1.759 m $\eta = 72.2$	x: 12.307 m $\eta = 2.7$	x: 1.664 m $\eta = 9.1$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 87.5$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 1.2$	x: 1.664 m $\eta = 9.1$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.5$
N125/N143	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 20.2$	x: 3.41 m $\eta = 46.5$	x: 0 m $\eta = 19.6$	x: 0 m $\eta = 13.0$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 67.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.0$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 67.5$
N143/N126	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 8.2$	x: 3.12 m $\eta = 85.5$	x: 0.14 m $\eta = 3.1$	x: 0.14 m $\eta = 26.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 94.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.14 m $\eta = 26.4$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 94.6$

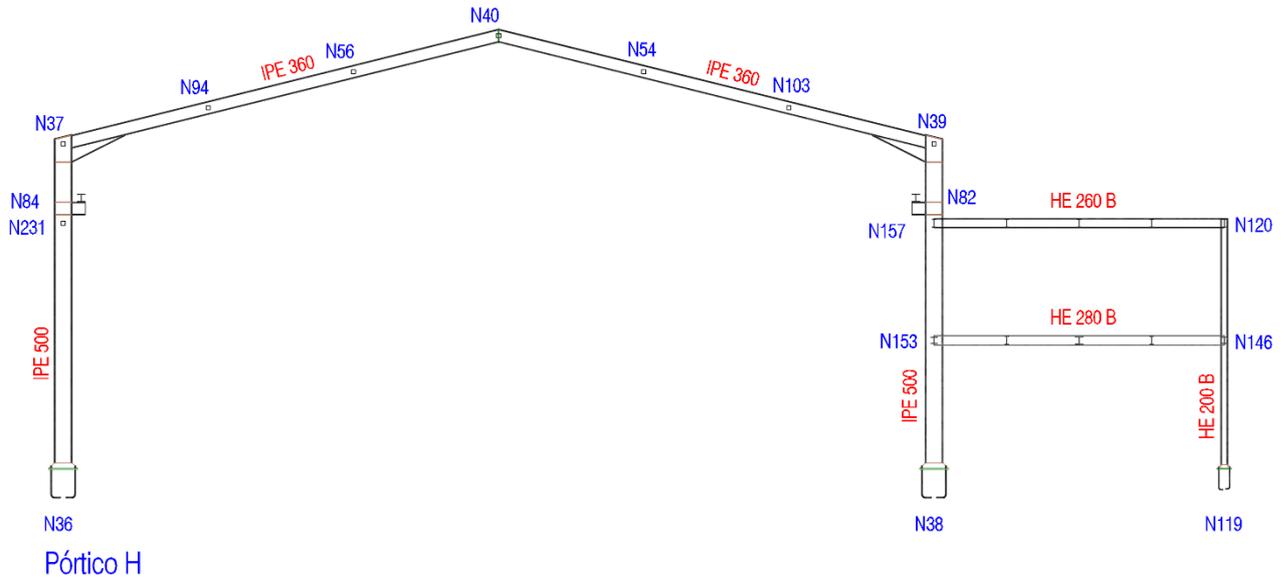


Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado	
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$		
<b>Pórtico F</b>																
N26/N76	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.029 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 67.7$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 0 m $\eta = 8.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 70.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.6$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 70.2$	
N76/N27	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 34.3$	x: 0.987 m $\eta = 3.8$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 37.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.987 m $\eta = 5.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.0$	
N28/N151	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 34.1$	x: 0 m $\eta = 35.4$	x: 0 m $\eta = 13.9$	$\eta = 10.8$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 61.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 10.8$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 61.0$	
N151/N159	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 19.3$	x: 3.12 m $\eta = 35.3$	x: 0.14 m $\eta = 6.1$	$\eta = 11.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 41.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 11.9$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 41.1$	
N159/N74	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.1$	x: 0.13 m $\eta = 5.4$	x: 0.23 m $\eta = 30.4$	x: 0.13 m $\eta = 1.9$	x: 0.13 m $\eta = 6.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 34.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.2$	x: 0.13 m $\eta = 6.7$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.5$	
N74/N29	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 0.987 m $\eta = 37.3$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 6.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 39.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 6.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 39.8$	
N27/N97	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.7$	x: 1.757 m $\eta = 13.4$	x: 1.759 m $\eta = 64.3$	x: 4.061 m $\eta = 0.9$	x: 1.664 m $\eta = 8.8$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 81.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.4$	x: 0.819 m $\eta = 6.5$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 81.1$	
N97/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.183 m $\eta = 3.6$	x: 0.062 m $\eta = 11.5$	x: 6.154 m $\eta = 25.4$	x: 8.184 m $\eta = 3.3$	x: 0.062 m $\eta = 6.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.154 m $\eta = 35.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 2.9$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.7$	
N29/N30	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 12.306 m $\eta = 3.6$	x: 1.757 m $\eta = 12.9$	x: 1.759 m $\eta = 72.3$	x: 12.307 m $\eta = 2.6$	x: 1.664 m $\eta = 9.0$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 88.6$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 1.2$	x: 1.664 m $\eta = 9.0$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 88.6$	
N123/N144	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 20.2$	x: 3.41 m $\eta = 47.3$	x: 0 m $\eta = 19.6$	x: 0 m $\eta = 13.3$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 68.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.3$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 68.4$	
N144/N124	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 8.2$	x: 3.12 m $\eta = 86.0$	x: 0.14 m $\eta = 3.1$	x: 0.14 m $\eta = 26.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 95.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.14 m $\eta = 26.5$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 95.1$	

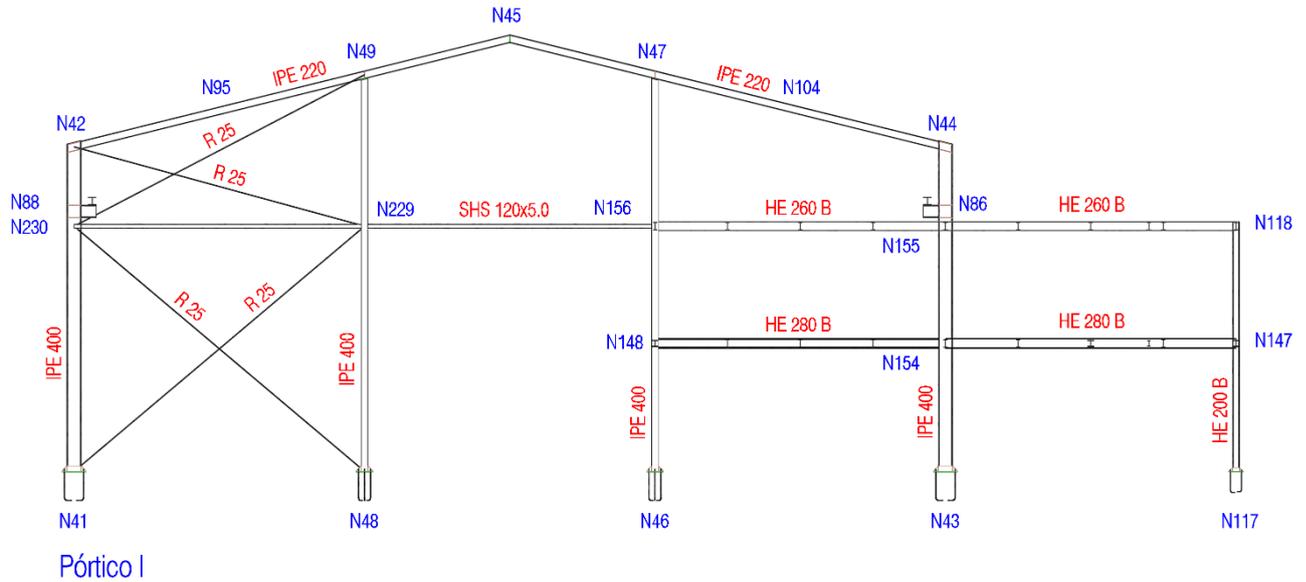


Pórtico G

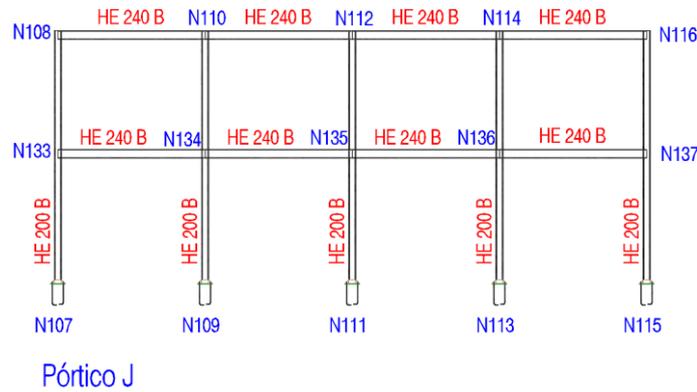
Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
<b>Pórtico G</b>															
N31/N80	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.029 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 61.8$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 8.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 62.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 8.2$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 62.7$
N80/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0.987 m $\eta = 32.6$	x: 0.987 m $\eta = 3.5$	x: 0.987 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 0.987 m $\eta = 5.3$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.2$
N33/N152	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 29.6$	x: 0 m $\eta = 32.7$	x: 0 m $\eta = 14.1$	$\eta = 10.7$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 54.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 10.7$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54.7$
N152/N158	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 15.4$	x: 3.12 m $\eta = 35.1$	x: 0.14 m $\eta = 6.3$	$\eta = 11.9$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 40.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 11.9$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 40.9$
N158/N78	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.4$	x: 0.13 m $\eta = 2.8$	x: 0.23 m $\eta = 25.4$	x: 0.23 m $\eta = 1.6$	x: 0.13 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 28.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.9$	x: 0.13 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 28.0$
N78/N34	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 36.4$	x: 0.986 m $\eta = 1.7$	x: 0.987 m $\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 38.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0.987 m $\eta = 6.9$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 38.8$
N32/N96	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.8$	x: 1.757 m $\eta = 14.5$	x: 1.759 m $\eta = 59.8$	x: 0.258 m $\eta = 2.7$	x: 1.664 m $\eta = 8.6$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 78.3$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.4$	x: 1.664 m $\eta = 8.6$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 78.3$
N96/N35	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8.183 m $\eta = 4.2$	x: 0.062 m $\eta = 11.9$	x: 5.748 m $\eta = 24.1$	x: 8.184 m $\eta = 4.6$	x: 0.062 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.748 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0.062 m $\eta = 5.8$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.2$
N34/N35	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 12.306 m $\eta = 4.2$	x: 1.757 m $\eta = 13.2$	x: 1.759 m $\eta = 70.6$	x: 12.307 m $\eta = 3.7$	x: 1.664 m $\eta = 8.8$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 87.5$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 1.8$	x: 1.664 m $\eta = 8.8$	x: 1.757 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.5$
N121/N145	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 20.1$	x: 3.41 m $\eta = 45.6$	x: 0 m $\eta = 19.6$	x: 0 m $\eta = 12.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 66.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.7$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 66.6$
N145/N122	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 8.1$	x: 3.12 m $\eta = 84.3$	x: 0.14 m $\eta = 3.1$	x: 0.14 m $\eta = 25.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 93.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.14 m $\eta = 25.9$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 93.4$



Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
<b>Pórtico H</b>															
N36/N231	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.8 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 17.9$	x: 0 m $\eta = 43.6$	x: 0 m $\eta = 7.7$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 47.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.9$
N231/N84	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 0.23 m $\eta = 17.2$	x: 0 m $\eta = 6.0$	x: 0.23 m $\eta = 3.6$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 20.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 6.0$	x: 0.23 m $\eta = 3.7$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 20.2$
N84/N37	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0.987 m $\eta = 23.9$	x: 0 m $\eta = 3.1$	x: 0.987 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 26.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.6$	x: 0.987 m $\eta = 5.2$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 26.0$
N38/N153	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 32.1$	x: 0 m $\eta = 28.9$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 10.2$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 62.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 10.2$	$\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 62.3$
N153/N157	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 16.9$	x: 3.12 m $\eta = 32.8$	x: 0.14 m $\eta = 6.6$	$\eta = 11.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 40.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	$\eta = 11.4$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 40.0$
N157/N82	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.2$	x: 0.13 m $\eta = 3.4$	x: 0.13 m $\eta = 25.3$	x: 0.23 m $\eta = 2.3$	x: 0.23 m $\eta = 5.9$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.23 m $\eta = 29.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 8.5$	x: 0.23 m $\eta = 6.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 29.3$
N82/N39	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.986 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0.987 m $\eta = 28.2$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0.987 m $\eta = 6.8$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.987 m $\eta = 30.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.0$	x: 0.987 m $\eta = 6.9$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 30.1$
N37/N94	x: 0.632 m $\lambda_{w1} \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 2.4$	x: 1.757 m $\eta = 14.0$	x: 1.759 m $\eta = 29.5$	x: 4.061 m $\eta = 3.4$	x: 1.664 m $\eta = 7.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 43.4$	$\eta < 0.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.9$	x: 1.664 m $\eta = 7.1$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43.4$
N94/N56	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 2.8$	x: 0.062 m $\eta = 18.1$	x: 3.661 m $\eta = 17.7$	x: 0.062 m $\eta = 4.7$	x: 0.062 m $\eta = 4.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.06 m $\eta = 37.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 0.062 m $\eta = 4.3$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.8$
N56/N40	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 5.6$	x: 0.062 m $\eta = 18.5$	x: 4.061 m $\eta = 22.4$	x: 4.061 m $\eta = 7.7$	x: 4.061 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 37.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	x: 4.061 m $\eta = 5.6$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37.5$
N39/N103	x: 0.632 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.757 m $\eta = 4.2$	x: 1.757 m $\eta = 12.8$	x: 1.759 m $\eta = 47.6$	x: 0.258 m $\eta = 3.9$	x: 1.664 m $\eta = 7.4$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.759 m $\eta = 61.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.444 m $\eta = 0.9$	x: 1.664 m $\eta = 7.5$	x: 1.757 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 61.2$
N103/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 5.6$	x: 0.062 m $\eta = 17.3$	x: 4.061 m $\eta = 17.0$	x: 4.061 m $\eta = 2.9$	x: 0.062 m $\eta = 4.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.061 m $\eta = 35.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0.062 m $\eta = 4.7$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.7$
N54/N40	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 6.6$	x: 0.062 m $\eta = 18.5$	x: 4.061 m $\eta = 22.4$	x: 4.061 m $\eta = 6.5$	x: 4.061 m $\eta = 6.1$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 35.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 4.061 m $\eta = 6.1$	$\eta = 0.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.7$
N119/N146	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 19.8$	x: 3.41 m $\eta = 43.0$	x: 0 m $\eta = 19.6$	x: 0 m $\eta = 12.7$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 63.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 12.7$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.6$
N146/N120	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 7.9$	x: 3.12 m $\eta = 75.1$	x: 0.14 m $\eta = 3.1$	x: 0.14 m $\eta = 23.0$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 83.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.14 m $\eta = 23.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 83.8$



Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_yV_z$	$M_zV_y$	$NM_yM_z$	$NM_zV_y$	$M_t$	$M_tV_z$	$M_tV_y$	
<b>Pórtico I</b>															
N41/N230	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.739 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 11.3$	x: 0 m $\eta = 17.0$	x: 0 m $\eta = 63.0$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 4.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 81.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 4.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 81.1$
N230/N88	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.7$	x: 0.06 m $\eta = 5.5$	x: 0.23 m $\eta = 8.5$	x: 0.06 m $\eta = 40.4$	x: 0.23 m $\eta = 4.5$	x: 0.06 m $\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 70.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 10.7$	x: 0.23 m $\eta = 4.6$	x: 0.06 m $\eta = 2.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 70.2$
N88/N42	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.435 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 10.8$	x: 0 m $\eta = 22.0$	x: 1.436 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.6$	x: 1.436 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 2.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 31.8$
N43/N154	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 48.4$	x: 0 m $\eta = 28.8$	x: 0 m $\eta = 13.5$	$\eta = 8.5$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 90.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 8.5$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 90.3$
N154/N155	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 42.1$	x: 3.12 m $\eta = 44.9$	x: 0.14 m $\eta = 6.6$	$\eta = 12.8$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.14 m $\eta = 69.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 12.9$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 69.7$
N155/N86	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.229 m $\eta = 1.1$	x: 0.13 m $\eta = 5.3$	x: 0.13 m $\eta = 20.6$	x: 0.13 m $\eta = 3.7$	x: 0.13 m $\eta = 7.5$	x: 0.13 m $\eta = 1.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.13 m $\eta = 25.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 13.9$	x: 0.13 m $\eta = 7.9$	x: 0.13 m $\eta = 1.2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 25.1$
N86/N44	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.435 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 14.4$	x: 0.539 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 1.436 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 1.436 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16.3$
N42/N95	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 5.1$	x: 0.207 m $\eta = 7.5$	x: 0.207 m $\eta = 38.0$	x: 4.061 m $\eta = 13.7$	x: 0.207 m $\eta = 8.1$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.207 m $\eta = 47.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0.207 m $\eta = 8.1$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.9$
N95/N49	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 2.8$	x: 0.062 m $\eta = 3.0$	x: 4.061 m $\eta = 56.8$	x: 0.062 m $\eta = 10.4$	x: 4.061 m $\eta = 7.6$	x: 0.062 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.061 m $\eta = 58.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 4.061 m $\eta = 7.6$	x: 0.062 m $\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 58.6$
N49/N45	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 3.1$	x: 0.062 m $\eta = 0.8$	x: 0.062 m $\eta = 74.2$	x: 4.061 m $\eta = 10.4$	x: 0.062 m $\eta = 8.1$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 75.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 0.062 m $\eta = 8.1$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 75.3$
N44/N104	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 3.2$	x: 0.207 m $\eta = 7.7$	x: 0.207 m $\eta = 47.8$	x: 4.061 m $\eta = 11.1$	x: 0.207 m $\eta = 7.8$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.207 m $\eta = 61.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.207 m $\eta = 7.8$	x: 0.207 m $\eta = 1.0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 61.1$
N104/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 4.1$	x: 0.062 m $\eta = 2.0$	x: 4.061 m $\eta = 58.2$	x: 0.062 m $\eta = 9.8$	x: 4.061 m $\eta = 7.8$	x: 0.062 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.061 m $\eta = 64.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 4.061 m $\eta = 7.8$	x: 0.062 m $\eta = 0.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 64.2$
N47/N45	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.06 m $\eta = 3.0$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	x: 0.062 m $\eta = 57.4$	x: 4.061 m $\eta = 8.7$	x: 0.062 m $\eta = 7.4$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.062 m $\eta = 59.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 0.062 m $\eta = 7.5$	x: 0.062 m $\eta = 0.6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.8$
N46/N148	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15.7$	x: 0 m $\eta = 48.4$	x: 0 m $\eta = 14.3$	x: 0 m $\eta = 10.1$	x: 3.55 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.1$	x: 3.55 m $\eta = 1.5$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 65.2$
N148/N156	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 3.19 m $\eta = 29.7$	x: 0 m $\eta = 13.2$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.19 m $\eta = 35.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 1.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.2$
N156/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.06 m $\eta = 1.7$	x: 4.085 m $\eta = 2.1$	x: 0.06 m $\eta = 30.8$	x: 0.06 m $\eta = 5.3$	x: 4.086 m $\eta = 7.4$	$\eta = 0.1$	x: 0.06 m $\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 34.7$	x: 0.06 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 34.7$
N48/N229	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.74 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 9.2$	x: 0 m $\eta = 95.6$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 98.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 98.5$
N229/N49	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.085 m $\eta = 1.4$	x: 0.06 m $\eta = 2.3$	x: 0.06 m $\eta = 55.4$	x: 4.086 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.3$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 63.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 4.086 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.3$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 63.0$
N117/N147	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 23.8$	x: 3.41 m $\eta = 48.9$	x: 0 m $\eta = 19.6$	x: 0 m $\eta = 15.0$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.41 m $\eta = 73.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 15.0$	$\eta = 0.4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 73.5$
N147/N118	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.14 m $\eta = 9.7$	x: 3.12 m $\eta = 90.8$	x: 0.14 m $\eta = 3.1$	x: 0.14 m $\eta = 26.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.12 m $\eta = 98.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	x: 0.14 m $\eta = 26.8$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 98.9$



Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
<b>Pórtico J</b>															
N107/N133	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 4,4$	x: 0 m $\eta = 8,4$	x: 0 m $\eta = 24,2$	x: 0 m $\eta = 3,4$	x: 0 m $\eta = 1,2$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 33,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,2$	x: 0 m $\eta = 3,4$	x: 0 m $\eta = 1,2$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 33,8$
N133/N108	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0,12 m $\eta = 2,1$	x: 0,12 m $\eta = 8,7$	x: 1,437 m $\eta = 7,0$	x: 0,12 m $\eta = 4,3$	x: 3,13 m $\eta = 0,6$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0,12 m $\eta = 11,3$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,6$	x: 0,12 m $\eta = 4,3$	x: 3,13 m $\eta = 0,6$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 11,3$
N109/N134	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 16,3$	x: 0 m $\eta = 6,3$	x: 0 m $\eta = 35,1$	$\eta = 1,6$	x: 0 m $\eta = 2,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 54,7$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,3$	$\eta = 1,6$	x: 0 m $\eta = 2,4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 54,7$
N134/N110	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0,12 m $\eta = 4,6$	x: 3,13 m $\eta = 2,5$	x: 1,625 m $\eta = 14,7$	$\eta = 0,7$	x: 3,13 m $\eta = 1,4$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 1,625 m $\eta = 18,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,4$	$\eta = 0,7$	x: 3,13 m $\eta = 1,4$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 18,8$
N111/N135	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 15,5$	x: 0 m $\eta = 6,1$	x: 0 m $\eta = 21,6$	$\eta = 1,5$	x: 0 m $\eta = 2,0$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 37,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,5$	$\eta = 1,5$	x: 0 m $\eta = 2,0$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 37,8$
N135/N112	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0,12 m $\eta = 4,3$	x: 3,13 m $\eta = 2,1$	x: 1,813 m $\eta = 11,1$	$\eta = 0,5$	x: 0,12 m $\eta = 1,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 2,001 m $\eta = 15,2$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,4$	$\eta = 0,5$	x: 0,12 m $\eta = 1,7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 15,2$
N113/N136	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 18,1$	x: 0 m $\eta = 6,6$	x: 0 m $\eta = 25,2$	$\eta = 1,7$	x: 0 m $\eta = 1,7$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 43,2$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,3$	$\eta = 1,7$	x: 0 m $\eta = 1,7$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 43,2$
N136/N114	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0,12 m $\eta = 5,2$	x: 3,13 m $\eta = 3,5$	x: 0,12 m $\eta = 10,6$	$\eta = 0,9$	x: 0,12 m $\eta = 1,8$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0,12 m $\eta = 16,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,7$	$\eta = 0,9$	x: 0,12 m $\eta = 1,8$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16,8$
N115/N137	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 4,7$	x: 0 m $\eta = 8,5$	x: 0 m $\eta = 21,3$	x: 0 m $\eta = 3,5$	x: 3,43 m $\eta = 0,9$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0 m $\eta = 27,8$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,2$	x: 0 m $\eta = 3,5$	x: 3,43 m $\eta = 0,9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 27,8$
N137/N116	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0,00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0,12 m $\eta = 2,3$	x: 0,12 m $\eta = 9,5$	x: 0,12 m $\eta = 6,3$	x: 0,12 m $\eta = 4,6$	x: 0,12 m $\eta = 0,9$	$\eta < 0,1$	$\eta < 0,1$	x: 0,12 m $\eta = 15,7$	$\eta < 0,1$	$\eta = 0,8$	x: 0,12 m $\eta = 4,6$	x: 0,12 m $\eta = 0,9$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 15,7$

**Notación:**

- $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
- $N_t$ : Resistencia a tracción
- $N_c$ : Resistencia a compresión
- $M_Y$ : Resistencia a flexión eje Y
- $M_Z$ : Resistencia a flexión eje Z
- $V_Z$ : Resistencia a corte Z
- $V_Y$ : Resistencia a corte Y
- $M_Y V_Z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
- $M_Z V_Y$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
- $N M_Y M_Z$ : Resistencia a flexión y axil combinados
- $N M_Y M_Z V_Y V_Z$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
- $M_t$ : Resistencia a torsión
- $M_t V_Z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
- $M_t V_Y$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
- x: Distancia al origen de la barra
- $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede

**Comprobaciones que no proceden (N.P.):**

- (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- (2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- (3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (4) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
- (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
- (7) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (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.
- (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



# *Parte III:* ***PRESUPUESTO***

## CAPÍTULO: 1 Movimientos de tierras

**10.358**

COD.	UD DENOMINACION						TOTAL
<b>1.1</b>	<b>m<sup>3</sup></b> Desmante en tierra, para dar al terreno la rasante de explanación prevista, con empleo de medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Trazado de los bordes de la base del terraplén. Desmante en sucesivas franjas horizontales. Redondeado de perfil en bordes ataluzados en las aristas de pie, quiebros y coronación. Refino de taludes. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre los perfiles de los planos topográficos de Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen excavado sobre los perfiles transversales del terreno, una vez comprobado que dichos perfiles son los correctos 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.						
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
			1365.000		0.350	477.750	
			TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .			477.750	2,35 Euros/m <sup>3</sup> <b>1.122,71</b>
<b>1.2</b>	<b>m<sup>3</sup></b> Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y 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.						
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
			121.000	0.400	0.500	24.200	
			TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .			24.200	29,90 Euros/m <sup>3</sup> <b>723,58</b>
<b>1.3</b>	<b>m<sup>3</sup></b> Excavación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y 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.						
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
		1	3.350	3.350	0.850	9.539	
		1	3.150	3.150	0.800	7.938	
		7	2.700	4.000	0.900	68.040	
		1	2.400	3.500	0.800	6.720	
		1	2.000	2.900	0.750	4.350	
		5	1.600	2.400	0.750	14.400	
		1	3.550	3.550	0.900	11.342	
		1	2.050	2.050	0.800	3.362	

1	2.750	1.950	0.800	4.290		
2	3.750	2.550	0.900	17.213		
1	3.550	2.550	0.850	7.695		
5	1.200	1.200	0.600	4.320		
6	1.600	1.600	0.600	9.216		
1	1.500	1.500	0.600	1.350		
1	1.300	1.300	0.600	1.014		
TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .				170.789	27,55 Euros/m <sup>3</sup>	<b>4.705,24</b>

- 1.4 m<sup>3</sup>** Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.  
 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.  
 Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.  
 Criterio de medición de 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.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
Tierras procedentes de la excavación (20% esponjamiento)	806				806.000	
TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .					806.000	5,11 Euros/m <sup>3</sup> <b>4.118,66</b>

## CAPÍTULO: 2 Cimentaciones y Soleras

**97.200**

COD. Ud DENOMINACION TOTAL

- 2.1** m<sup>2</sup> Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.  
Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.  
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
	1	11.220			11.220		
	1	9.920			9.920		
	7	10.800			75.600		
	1	8.400			8.400		
	1	5.800			5.800		
	5	3.840			19.200		
	1	12.600			12.600		
	1	4.200			4.200		
	1	5.360			5.360		
	2	9.560			19.120		
	1	9.050			9.050		
	5	1.440			7.200		
	6	2.560			15.360		
	1	2.250			2.250		
	1	1.690			1.690		
C.1	1	121.000	0.400		48.400		
TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					255.370	8,42 Euros/m <sup>2</sup>	<b>2.150,22</b>

- 2.2** m<sup>3</sup> Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 41,8 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.  
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 el encofrado.  
Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.  
Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
	1	3.350	3.350	0.750	8.417	
	1	3.150	3.150	0.700	6.946	
	7	2.700	4.000	0.800	60.480	
	1	2.400	3.500	0.700	5.880	
	1	2.000	2.900	0.650	3.770	
	5	1.600	2.400	0.650	12.480	
	1	3.550	3.550	0.800	10.082	
	1	2.050	2.050	0.700	2.942	
	1	2.750	1.950	0.700	3.754	
	2	3.750	2.550	0.800	15.300	
	1	3.550	2.550	0.750	6.789	
	5	1.200	1.200	0.500	3.600	

6	1.600	1.600	0.500	7.680
1	1.500	1.500	0.500	1.125
1	1.300	1.300	0.500	0.845
TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .				150.090      185,39 Euros/m <sup>3</sup> <b>27.825,19</b>

- 2.3 m<sup>3</sup>** Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 53,7 kg/m<sup>3</sup>. Incluso alambre de atar y separadores.  
 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 el encofrado.  
 Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.  
 Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
		121.000	0.400	0.400	19.360	
TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .					19.360	205,66 Euros/m <sup>3</sup> <b>3.981,58</b>

- 2.4 m<sup>2</sup>** Encachado en caja para base de solera de 15 cm de espesor, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de árido reciclado de hormigón de 40 a 80 mm de diámetro; y posterior compactación mediante equipo mecánico con rodillo vibrante tándem autopropulsado, sobre la explanada homogénea y nivelada.  
 Criterio de valoración económica: El precio no incluye la ejecución de la explanada.  
 Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación y nivelación.  
 Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
	1300				1300.000	
TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					1300.000	5,85 Euros/m <sup>2</sup> <b>7.605,00</b>

- 2.5 m<sup>2</sup>** Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/F/20/XS1 fabricado en central, con cemento MR, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica; 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, y masilla elástica para sellado de las juntas de retracción.  
 Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.  
 Incluye: 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. Conexión de los elementos exteriores. Curado del hormigón. Fratasado mecánico de la superficie. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final y sellado de las juntas de retracción.  
 Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
	1300				1300.000	
TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					1300.000	45,04 Euros/m <sup>2</sup> <b>58.552,00</b>

### CAPÍTULO: 3 Estructura de acero

240.123

COD	Ud DENOMINACION	TOTAL
-----	-----------------	-------

**3.1**     **kg** Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, colocado con uniones soldadas en obra.  
 Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.  
 Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.  
 Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
Pieza (N59/N65)	1	252.380			252.380		
Pieza (N65/N69)	1	252.380			252.380		
Pieza (N69/N73)	1	252.380			252.380		
Pieza (N73/N77)	1	252.380			252.380		
Pieza (N77/N81)	1	252.380			252.380		
Pieza (N81/N85)	1	252.380			252.380		
Pieza (N79/N83)	1	252.380			252.380		
Pieza (N75/N79)	1	252.380			252.380		
Pieza (N71/N75)	1	252.380			252.380		
Pieza (N67/N71)	1	252.380			252.380		
Pieza (N63/N67)	1	252.380			252.380		
Pieza (N60/N63)	1	252.380			252.380		
Pieza (N83/N87)	1	252.380			252.380		
Pieza (N85/N89)	1	252.380			252.380		
Pieza (N91/N60)	1	252.380			252.380		
Pieza (N93/N59)	1	252.380			252.380		
TOTAL kg DE MEDICION .					4038.080	2,65 Euros/kg	<b>10.700,91</b>

**3.2**     **kg** Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, colocado con uniones soldadas en obra.  
 Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.  
 Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.  
 Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.  
 Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
Pieza (N107 (23)/N108)	1	416.900			416.900	
Pieza (N109 (24)/N110)	1	416.900			416.900	
Pieza (N111 (25)/N112)	1	416.900			416.900	
Pieza (N113 (26)/N114)	1	416.900			416.900	
Pieza (N115 (27)/N116)	1	416.900			416.900	
Pieza (N117 (28)/N118)	1	416.900			416.900	
Pieza (N119 (29)/N120)	1	416.900			416.900	
Pieza (N121 (30)/N122)	1	416.900			416.900	
Pieza (N123 (31)/N124)	1	416.900			416.900	
Pieza (N125 (32)/N126)	1	416.900			416.900	
Pieza (N127 (33)/N128)	1	416.900			416.900	
Pieza (N129 (34)/N130)	1	416.900			416.900	

Pieza (N131 (35)/N132)	1	416.900	416.900
Pieza (N133/N134)	1	332.840	332.840
Pieza (N134/N135)	1	332.840	332.840
Pieza (N135/N136)	1	332.840	332.840
Pieza (N136/N137)	1	332.840	332.840
Pieza (N108/N110)	1	332.840	332.840
Pieza (N110/N112)	1	332.840	332.840
Pieza (N112/N114)	1	332.840	332.840
Pieza (N114/N116)	1	332.840	332.840
Pieza (N132/N130)	1	332.840	332.840
Pieza (N138/N132)	1	332.840	332.840
Pieza (N139/N140)	1	332.840	332.840
Pieza (N141/N139)	1	332.840	332.840
Pieza (N140/N142)	1	256.300	256.300
Pieza (N142/N143)	1	256.300	256.300
Pieza (N143/N144)	1	256.300	256.300
Pieza (N144/N145)	1	256.300	256.300
Pieza (N145/N146)	1	256.300	256.300
Pieza (N146/N147)	1	256.300	256.300
Pieza (N147/N137)	1	256.300	256.300
Pieza (N148/N133)	1	256.300	256.300
Pieza (N141/N149)	1	256.300	256.300
Pieza (N149/N150)	1	256.300	256.300
Pieza (N150/N151)	1	256.300	256.300
Pieza (N151/N152)	1	256.300	256.300
Pieza (N152/N153)	1	256.300	256.300
Pieza (N153/N154)	1	256.300	256.300
Pieza (N148/N154)	1	825.190	825.190
Pieza (N154/N147)	1	825.190	825.190
Pieza (N153/N146)	1	825.190	825.190
Pieza (N152/N145)	1	825.190	825.190
Pieza (N151/N144)	1	825.190	825.190
Pieza (N150/N143)	1	825.190	825.190
Pieza (N149/N142)	1	825.190	825.190
Pieza (N155/N118)	1	743.550	743.550
Pieza (N156/N155)	1	743.550	743.550
Pieza (N157/N120)	1	743.550	743.550
Pieza (N158/N122)	1	743.550	743.550
Pieza (N159/N124)	1	743.550	743.550
Pieza (N160/N126)	1	743.550	743.550
Pieza (N161/N128)	1	743.550	743.550
Pieza (N162/N136)	1	256.300	256.300
Pieza (N163/N162)	1	357.180	357.180
TOTAL kg DE MEDICION .			24596.640
			2,65 Euros/kg
			<b>65.181,10</b>

- 3.3 kg** Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Hot Finished SHS, colocado con uniones soldadas en obra.
- Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.
- Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.
- Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.
- Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
Pieza (N2/N7)	1	87.690			87.690		
Pieza (N37/N42)	1	87.690			87.690		
Pieza (N7/N12)	1	87.690			87.690		
Pieza (N12/N17)	1	87.690			87.690		
Pieza (N17/N22)	1	87.690			87.690		
Pieza (N22/N27)	1	87.690			87.690		
Pieza (N27/N32)	1	87.690			87.690		
Pieza (N32/N37)	1	87.690			87.690		
Pieza (N9/N14)	1	87.690			87.690		
Pieza (N14/N19)	1	87.690			87.690		
Pieza (N19/N24)	1	87.690			87.690		
Pieza (N24/N29)	1	87.690			87.690		
Pieza (N29/N34)	1	87.690			87.690		
Pieza (N34/N39)	1	87.690			87.690		
Pieza (N4/N9)	1	87.690			87.690		
Pieza (N39/N44)	1	87.690			87.690		
Pieza (N54/N47)	1	87.690			87.690		
Pieza (N40/N45)	1	87.690			87.690		
Pieza (N53/N55)	1	87.690			87.690		
Pieza (N5/N10)	1	87.690			87.690		
Pieza (N56/N49)	1	87.690			87.690		
Pieza (N51/N57)	1	87.690			87.690		
Pieza (N94/N95)	1	87.690			87.690		
Pieza (N96/N94)	1	87.690			87.690		
Pieza (N97/N96)	1	87.690			87.690		
Pieza (N98/N97)	1	87.690			87.690		
Pieza (N99/N98)	1	87.690			87.690		
Pieza (N100/N99)	1	87.690			87.690		
Pieza (N101/N100)	1	87.690			87.690		
Pieza (N102/N101)	1	87.690			87.690		
Pieza (N103/N104)	1	87.690			87.690		
Pieza (N106/N105)	1	87.690			87.690		
Pieza (N10/N15)	1	87.690			87.690		
Pieza (N15/N20)	1	87.690			87.690		
Pieza (N20/N25)	1	87.690			87.690		
Pieza (N25/N30)	1	87.690			87.690		
Pieza (N30/N35)	1	87.690			87.690		
Pieza (N35/N40)	1	87.690			87.690		
Pieza (N229/N156)	1	140.300			140.300		
Pieza (N230/N229)	1	140.300			140.300		
Pieza (N231/N230)	1	87.690			87.690		
Pieza (N232/N233)	1	87.690			87.690		
Pieza (N234/N232)	1	140.300			140.300		
Pieza (N235/N234)	1	140.300			140.300		
Pieza (N236/N235)	1	140.300			140.300		
Pieza (N236/N237)	1	87.690			87.690		
		TOTAL kg DE MEDICION .			4296.790	2,65 Euros/kg	<b>11.386,49</b>

**3.4 kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.**

Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.

Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.

Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
Pieza (N1 (1)/N2)	1	596.990			596.990	
Pieza (N3 (2)/N4)	1	596.990			596.990	
Pieza (N2/N5)	1	324.310			324.310	
Pieza (N4/N5)	1	324.310			324.310	
Pieza (N6 (3)/N7)	1	816.010			816.010	
Pieza (N8 (4)/N9)	1	816.010			816.010	
Pieza (N7/N10)	1	747.080			747.080	
Pieza (N9/N10)	1	747.080			747.080	
Pieza (N11 (5)/N12)	1	816.010			816.010	
Pieza (N13 (6)/N14)	1	816.010			816.010	
Pieza (N12/N15)	1	747.080			747.080	
Pieza (N14/N15)	1	747.080			747.080	
Pieza (N16 (7)/N17)	1	816.010			816.010	
Pieza (N18 (8)/N19)	1	816.010			816.010	
Pieza (N17/N20)	1	747.080			747.080	
Pieza (N19/N20)	1	747.080			747.080	
Pieza (N21 (9)/N22)	1	816.010			816.010	
Pieza (N23 (10)/N24)	1	816.010			816.010	
Pieza (N22/N25)	1	747.080			747.080	
Pieza (N24/N25)	1	747.080			747.080	
Pieza (N26 (11)/N27)	1	816.010			816.010	
Pieza (N28 (12)/N29)	1	816.010			816.010	
Pieza (N27/N30)	1	747.080			747.080	
Pieza (N29/N30)	1	747.080			747.080	
Pieza (N31 (13)/N32)	1	816.010			816.010	
Pieza (N33 (14)/N34)	1	816.010			816.010	
Pieza (N32/N35)	1	747.080			747.080	
Pieza (N34/N35)	1	747.080			747.080	
Pieza (N36 (15)/N37)	1	816.010			816.010	
Pieza (N38 (16)/N39)	1	816.010			816.010	
Pieza (N37/N40)	1	747.080			747.080	
Pieza (N39/N40)	1	747.080			747.080	
Pieza (N41 (17)/N42)	1	596.990			596.990	
Pieza (N43 (18)/N44)	1	596.990			596.990	
Pieza (N42/N45)	1	324.310			324.310	
Pieza (N44/N45)	1	324.310			324.310	
Pieza (N46 (19)/N47)	1	729.660			729.660	
Pieza (N48 (20)/N49)	1	729.660			729.660	
Pieza (N50 (21)/N51)	1	729.660			729.660	
Pieza (N52 (22)/N53)	1	729.660			729.660	
Pieza (N58/N59)	1	28.530			28.530	
Pieza (N60/N61)	1	28.530			28.530	
Pieza (N63/N62)	1	28.530			28.530	

Pieza (N64/N65)	1	28.530	28.530
Pieza (N67/N66)	1	28.530	28.530
Pieza (N68/N69)	1	28.530	28.530
Pieza (N71/N70)	1	28.530	28.530
Pieza (N72/N73)	1	28.530	28.530
Pieza (N75/N74)	1	28.530	28.530
Pieza (N76/N77)	1	28.530	28.530
Pieza (N79/N78)	1	28.530	28.530
Pieza (N80/N81)	1	28.530	28.530
Pieza (N83/N82)	1	28.530	28.530
Pieza (N84/N85)	1	28.530	28.530
Pieza (N87/N86)	1	28.530	28.530
Pieza (N88/N89)	1	28.530	28.530
Pieza (N91/N90)	1	28.530	28.530
Pieza (N92/N93)	1	28.530	28.530
Pieza (N156/N108)	1	131.100	131.100
Pieza (N118/N116)	1	131.100	131.100
Pieza (N120/N118)	1	131.100	131.100
Pieza (N122/N120)	1	131.100	131.100
Pieza (N124/N122)	1	131.100	131.100
Pieza (N126/N124)	1	131.100	131.100
Pieza (N128/N126)	1	131.100	131.100
Pieza (N130/N128)	1	131.100	131.100
Pieza (N138/N161)	1	131.100	131.100
Pieza (N161/N160)	1	131.100	131.100
Pieza (N160/N159)	1	131.100	131.100
Pieza (N159/N158)	1	131.100	131.100
Pieza (N158/N157)	1	131.100	131.100
Pieza (N157/N155)	1	131.100	131.100
Pieza (N155/N112)	1	131.100	131.100
Pieza (N154/N135)	1	131.100	131.100
Pieza (N164/N163)	1	131.100	131.100
Pieza (N165/N164)	1	131.100	131.100
Pieza (N166/N165)	1	131.100	131.100
Pieza (N167/N166)	1	131.100	131.100
Pieza (N139/N167)	1	131.100	131.100
Pieza (N168/N134)	1	131.100	131.100
Pieza (N169/N170)	1	131.100	131.100
Pieza (N172/N171)	1	131.100	131.100
Pieza (N173/N172)	1	131.100	131.100
Pieza (N174/N173)	1	131.100	131.100
Pieza (N175/N174)	1	131.100	131.100
Pieza (N176/N175)	1	131.100	131.100
Pieza (N177/N178)	1	131.100	131.100
Pieza (N178/N179)	1	131.100	131.100
Pieza (N179/N180)	1	131.100	131.100
Pieza (N180/N181)	1	131.100	131.100
Pieza (N181/N182)	1	131.100	131.100
Pieza (N182/N183)	1	131.100	131.100
Pieza (N183/N184)	1	131.100	131.100
Pieza (N185/N186)	1	131.100	131.100
Pieza (N187/N188)	1	131.100	131.100

Pieza (N189/N190)	1	104.880		104.880
Pieza (N171/N191)	1	60.300		60.300
Pieza (N192/N193)	1	26.030		26.030
Pieza (N194/N195)	1	31.560		31.560
Pieza (N196/N194)	1	31.560		31.560
Pieza (N197/N110)	1	131.100		131.100
Pieza (N198/N114)	1	131.100		131.100
Pieza (N199/N200)	1	131.100		131.100
Pieza (N201/N202)	1	131.100		131.100
Pieza (N203/N204)	1	131.100		131.100
Pieza (N205/N206)	1	131.100		131.100
Pieza (N207/N201)	1	131.100		131.100
Pieza (N208/N207)	1	131.100		131.100
Pieza (N209/N208)	1	131.100		131.100
Pieza (N210/N209)	1	131.100		131.100
Pieza (N211/N210)	1	131.100		131.100
Pieza (N212/N211)	1	131.100		131.100
Pieza (N213/N198)	1	131.100		131.100
Pieza (N214/N213)	1	131.100		131.100
Pieza (N215/N214)	1	131.100		131.100
Pieza (N216/N215)	1	131.100		131.100
Pieza (N217/N216)	1	131.100		131.100
Pieza (N132/N217)	1	131.100		131.100
Pieza (N218/N219)	1	131.100		131.100
Pieza (N219/N220)	1	131.100		131.100
Pieza (N220/N221)	1	131.100		131.100
Pieza (N221/N222)	1	131.100		131.100
Pieza (N222/N223)	1	131.100		131.100
Pieza (N223/N199)	1	131.100		131.100
Pieza (N224/N225)	1	43.260		43.260
Pieza (N226/N227)	1	52.440		52.440
Pieza (N228/N226)	1	52.440		52.440
TOTAL kg DE MEDICION .				37400.210
				2,65 Euros/kg
				<b>99.110,56</b>

**3.5 kg** Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie R, colocado con uniones soldadas en obra.

Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.

Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.

Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
	1515				1515.000	
TOTAL kg DE MEDICION .					1515.000	2,65 Euros/kg
						<b>4.014,75</b>

- 3.6 kg** 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.  
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.  
Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones atornilladas.  
Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
	72	10.000	7.410		5335.200		
TOTAL kg DE MEDICION .					5335.200	3,22 Euros/kg	<b>17.179,34</b>

- 3.7 kg** Acero UNE-EN 10210-1 S275JR, 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 soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m.  
Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.  
Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.  
Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
	72	5.000	14.370		5173.200		
	34	8.000	14.370		3908.640		
TOTAL kg DE MEDICION .					9081.840	2,62 Euros/kg	<b>23.794,42</b>

- 3.8 Ud** Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 800x500 mm y espesor 30 mm, y montaje sobre 10 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 70 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.  
Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.  
Incluye: 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.  
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

TOTAL Ud DE MEDICION .					14.000	504,98 Euros/Ud	<b>7.069,72</b>
------------------------	--	--	--	--	--------	-----------------	-----------------

- 3.9 Ud** Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 650x450 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 70 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.  
Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.  
Incluye: 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.  
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

TOTAL Ud DE MEDICION .					8.000	352,93 Euros/Ud	<b>2.823,44</b>
------------------------	--	--	--	--	-------	-----------------	-----------------

- 3.10 Ud** Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 400x400 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 60 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cemento. 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.  
Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.  
Incluye: 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.  
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

TOTAL Ud DE MEDICION . 13.000 147,35 Euros/Ud **1.915,55**

- 3.11 m<sup>2</sup>** Protección pasiva contra incendios de estructura metálica, mediante la aplicación de una mano de pintura intumescente para interior o exterior, Promapaint-SC4 "PROMAT", a base de copolímeros acrílicos en emulsión acuosa, color blanco, hasta formar un espesor mínimo de película seca de 197 micras y conseguir una resistencia al fuego de 30 minutos, según UNE-EN 13381-8.  
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la imprimación ni el revestimiento posterior.  
Incluye: Preparación y limpieza de la superficie soporte. Aplicación de la mano de acabado.  
Criterio de medición de proyecto: Superficie resultante del desarrollo de los perfiles metálicos que componen la estructura, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, resultante del desarrollo de los perfiles metálicos que componen la estructura.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
pilares nave	22	9.000	1.800		356.400	
dinteles nave	18	12.000	1.440		311.040	
TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					667.440	6,55 Euros/m <sup>2</sup> <b>4.371,73</b>

## CAPÍTULO: 4 Estructura de Hormigón

82.952

COD.	UD DENOMINACION						TOTAL	
<b>4.1</b>	<b>m<sup>2</sup></b> Losa mixta de 15 cm de canto, con chapa colaborante de acero galvanizado con forma grecada, de 0,80 mm de espesor, 75 mm de altura de perfil y 274 mm de intereje, 10 conectores soldados de acero galvanizado, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura y hormigón armado realizado con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,112 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ; acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía total de 1 kg/m <sup>2</sup> ; y malla electrosoldada ME 15x30 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; apoyado todo ello sobre estructura metálica. Incluso piezas angulares para remates perimetrales y de voladizos, tornillos para fijación de las chapas, alambre de atar, separadores y agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros. 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 la estructura metálica. Incluye: Replanteo. Montaje de las chapas. Fijación de las chapas y resolución de los apoyos. Fijación de los conectores a las chapas, mediante soldadura. Colocación de armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la superficie de acabado. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m <sup>2</sup> .							
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
	Forjado 1	319.11				319.110		
	Forjado 2	328.74				328.740		
	TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					647.850	112,08 Euros/m <sup>2</sup>	<b>72.611,03</b>
<b>4.2</b>	<b>m<sup>2</sup></b> Losa maciza de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta de hasta 3 m, canto 20 cm, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC3 fabricado en central, con cemento MR, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21 kg/m <sup>2</sup> ; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso nervios y zunchos perimetrales de planta y huecos, alambre de atar, separadores, aplicación de líquido desencofrante y agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros. 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 pilares. Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Criterio de medición de 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 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: 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 m <sup>2</sup> .							
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
	losa ascensor	2.98				2.980		
	TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					2.980	111,88 Euros/m <sup>2</sup>	<b>333,40</b>
<b>4.3</b>	<b>m<sup>3</sup></b> Muro de hormigón armado 2C, de hasta 3 m de altura, espesor 20 cm, superficie plana, realizado con hormigón HA-30/F/20/XS1 fabricado en central, con cemento MR, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m <sup>3</sup> , ejecutado en condiciones complejas; montaje y desmontaje de sistema de encofrado con acabado visto con textura lisa, realizado con tablero contrachapado fenólico con bastidor metálico, amortizable en 20 usos. Incluso alambre de atar, separadores, pasamuros para paso de los tensores y líquido desencofrante, para evitar la adherencia del hormigón al encofrado. Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Formación de juntas. Colocación de pasamuros para paso de los tensores. Limpieza y almacenamiento del encofrado. Vertido y compactación del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado. Curado del hormigón. Limpieza de la superficie de coronación del muro. Reparación de defectos superficiales, si procede. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre la sección teórica de cálculo, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 2 m <sup>2</sup> .							
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	

		76.200	0.200	1.350	20.574		
		TOTAL m <sup>3</sup> DE MEDICION .			20.574	534,96 Euros/m <sup>3</sup>	<b>11.006,27</b>
<b>4.4</b>	<b>m<sup>2</sup></b> Tramo de escalera prefabricado de hormigón armado o pretensado, fck=35 N/mm <sup>2</sup> , con escalones de 35x17 cm como máximo, y superficie superior acabada con corindón. Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida por su intradós en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, por el intradós, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO	
	12				12.000		
		TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .			12.000	123,97 Euros/m <sup>2</sup>	<b>1.487,64</b>

**CAPÍTULO: 5 Cerramiento Nave**

**108.233**

COD.	UD DENOMINACION						TOTAL
<b>5.1</b>	<b>m<sup>2</sup></b> Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 50 mm de espesor y 1000 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 poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , 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. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura. Incluye: 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. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
			40.630	24.800		1007.624	
	placas translucidas	-120				-120.000	
			TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .			887.624	34,88 Euros/m <sup>2</sup> <b>30.960,33</b>
<b>5.2</b>	<b>m<sup>2</sup></b> Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m <sup>3</sup> 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. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares. Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m <sup>2</sup> .						
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
			41.000		8.150	334.150	
			11.000		8.150	89.650	
			30.500		2.200	67.100	
		150				150.000	
		198				198.000	
			TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .			838.900	72,17 Euros/m <sup>2</sup> <b>60.543,41</b>
<b>5.3</b>	<b>Ud</b> Puerta seccional industrial, de 6.60x7.60 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexión eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.						
	SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
		2				2.000	
			TOTAL Ud DE MEDICION .			2.000	8.017,08 Euros/Ud <b>16.034,16</b>

- 5.4** m<sup>2</sup> Cobertura de placas translúcidas trapezoidales de policarbonato, color marfil RAL 1015, de 10 mm de espesor, colocadas con un solape de la placa superior de 200 mm y un solape lateral de un trapecio y fijadas mecánicamente sobre entramado ligero metálico o de madera, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de las placas.  
Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni la resolución de puntos singulares.  
Incluye: Replanteo de las placas por faldón. Colocación de las piezas para apoyo de las placas. Corte, preparación y colocación de las placas. Fijación mecánica de las placas.  
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

SITUACION	UD	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL	PRECIO
	2	40.000	1.500		120.000	
TOTAL m <sup>2</sup> DE MEDICION .					120.000	32,87 Euros/m <sup>2</sup> <b>3.944,40</b>

---

**CAPÍTULO: 6 Gestión de residuos estructura 2.136**

---

COD.	Ud DENOMINACION	TOTAL
<b>6.1</b>	<b>Ud</b> Gestión de residuos de la construcción y demolición según normativa vigente. Incluido tasas de canon a vertedero.	
TOTAL Ud DE MEDICION .		1.000 2.200,00 Euros/Ud <b>2.200,00</b>

---

**CAPÍTULO: 7 Control de calidad estructura 5.388**

---

COD.	Ud DENOMINACION	TOTAL
<b>7.1</b>	<b>Ud</b> Partida alzada a justificar con pruebas y ensayos de control de calidad según Lg-14.	
TOTAL Ud DE MEDICION .		1.000 5.550,00 Euros/Ud <b>5.550,00</b>

---

**CAPÍTULO: 8 Seguridad y salud 10.680**

---

COD.	Ud DENOMINACION	TOTAL
<b>8.1</b>	<b>Ud</b> Partida alzada para medidas de seguridad y salud en obra según RD1627/97.	
TOTAL Ud DE MEDICION .		1.000 11.000,00 Euros/Ud <b>11.000,00</b>

---

## PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

---

1	Movimientos de tierras	10.358,17
2	Cimentaciones y Soleras	97.199,68
3	Estructura de acero	240.122,80
4	Estructura de Hormigón	82.952,77
5	Cerramiento Nave	108.233,01
6	Gestión de residuos estructura	2.135,92
7	Control de calidad estructura	5.388,35
8	Seguridad y salud	10.679,61
<b>TOTAL P.E.M.:</b>		<b>574.002,83</b>

Asciede el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de **QUINIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL DOS EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS** .

---

## PRESUPUESTO GLOBAL DE LICITACIÓN

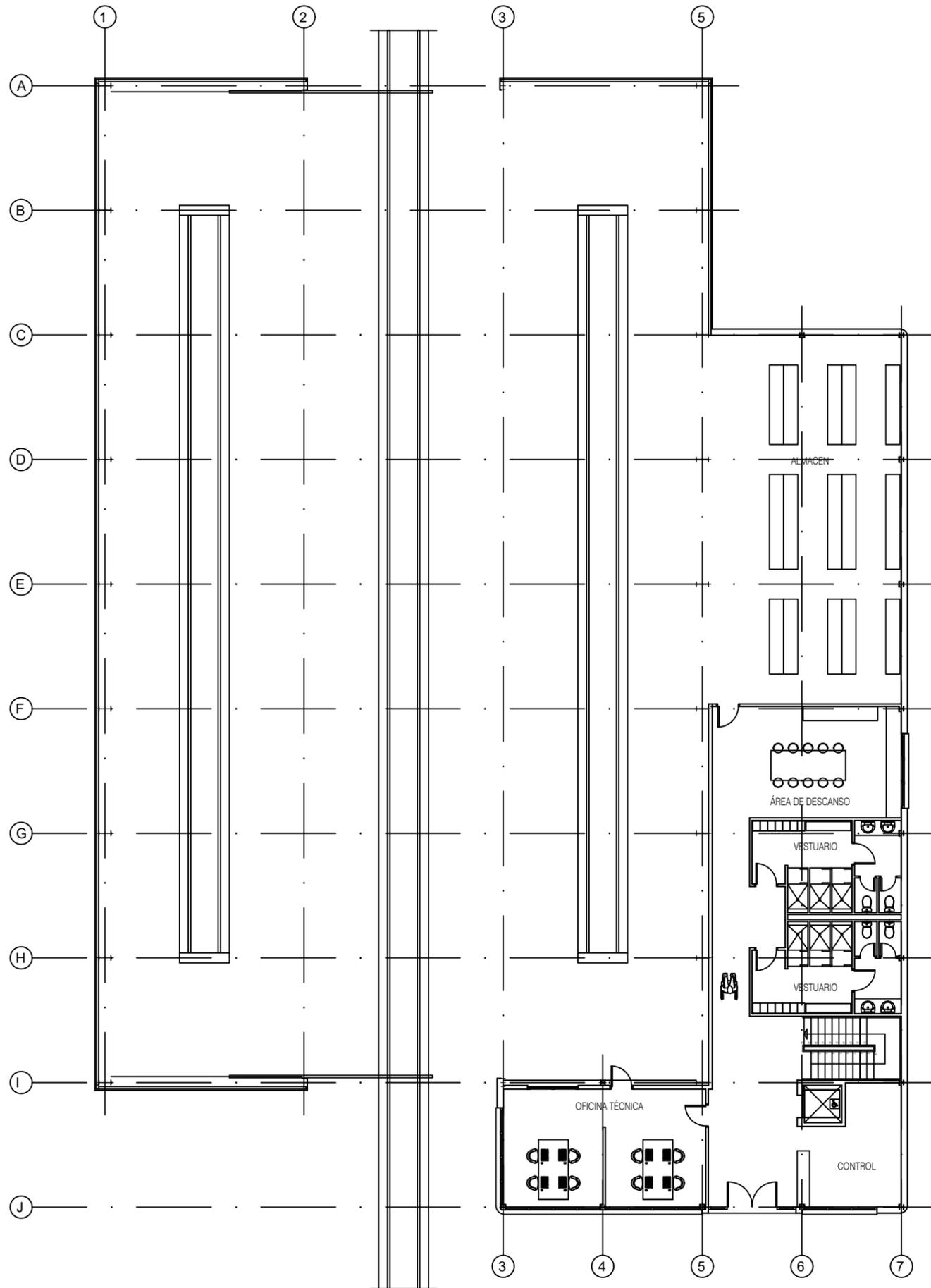
---

<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL</b>	<b>574.002,83</b>
13% de Gastos Generales	74.620,37
6% de Beneficio Industrial	34.440,17
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCION POR CONTRATA</b>	<b>683.063,37</b>
I.V.A.: 21%	143.443,31
<b>PRESUPUESTO TOTAL DE LICITACION</b>	<b>826.506,68</b>

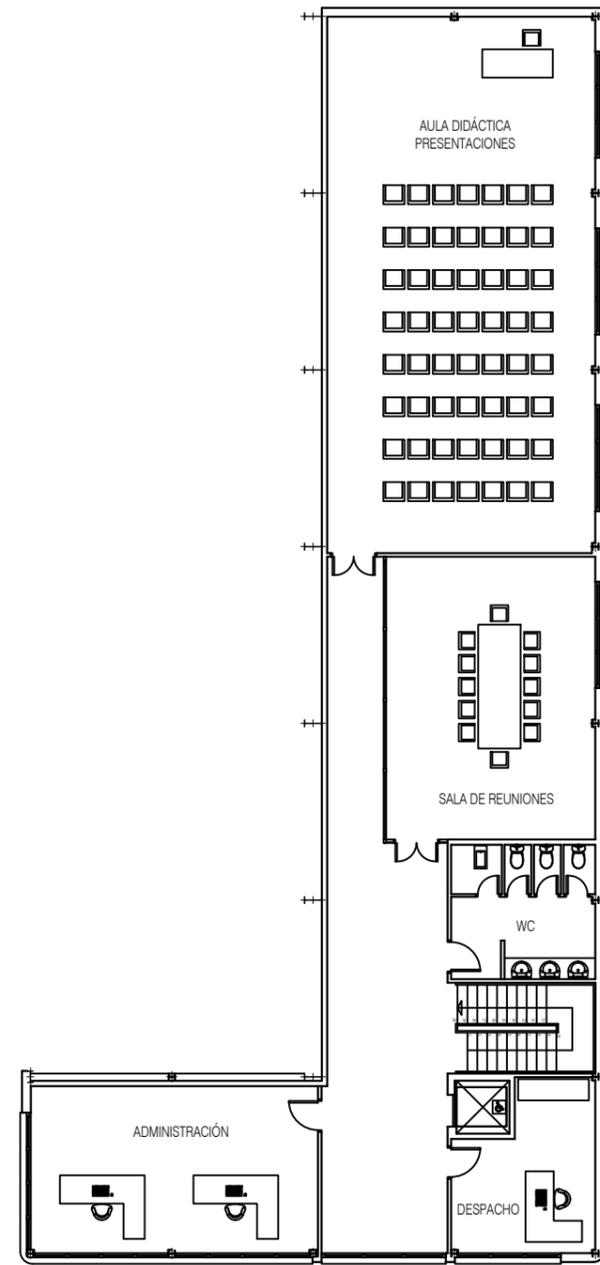
Asciede el Presupuesto Global de Licitación a la expresada cantidad de **OCHOCIENTOS VEINTISEIS MIL QUINIENTOS SEIS EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS**.



# *Parte IV:* **PLANOS**



PLANTA BAJA



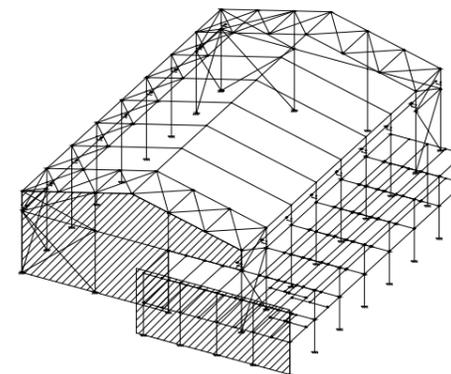
PLANTA 1ª

Nº: <b>0.1</b>	Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech
Escala: <b>1:150</b>	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	Título: <b>PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN</b>
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Autor: <b>Jaime Castillo Adiego</b>
	Fecha: Junio 2022



## FACHADA FRONTAL NAVE INDUSTRIAL

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21									
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECUBRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	REINFORZACIÓN ESTADÍSTICA	REINFORZACIÓN ACCIONES	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50			
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50			
	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50			
ACERO DE ARMADURAS	CEMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL		1.15		
EJECUCIÓN	CEMENTACIÓN				NORMAL		1.60	1.60	
	MUEBOS				NORMAL		1.35	1.50	
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL		1.35	1.50	
NOTAS RECUBRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD									
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES									
TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ÁRIZO A EMPLEAR	CEMENTO					
	CARACTERÍSTICA f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	CLASIFICACIÓN	REQUISITO DE CONECTACIÓN	TIPO DE ARBOL	TIPO DE MADERA	RESERVA DE CEMENTO	RELACION ACERO/CEMENTO		
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-5-4L5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-5-4L5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-5-4L5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM I4L3	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21									
ELEMENTO	CLASE DE ACERO	LIMITES ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	N. DE ELÁSTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	N. DE RIGIDEZ (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE RESISIÓN	CAP. REINFORZACIÓN MATERIALES (kg/m <sup>2</sup> )	CAP. REINFORZACIÓN ACEROES (kg/m <sup>2</sup> )		
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50		
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50		



Nº: **0.2**

Escala: **1:100**

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech

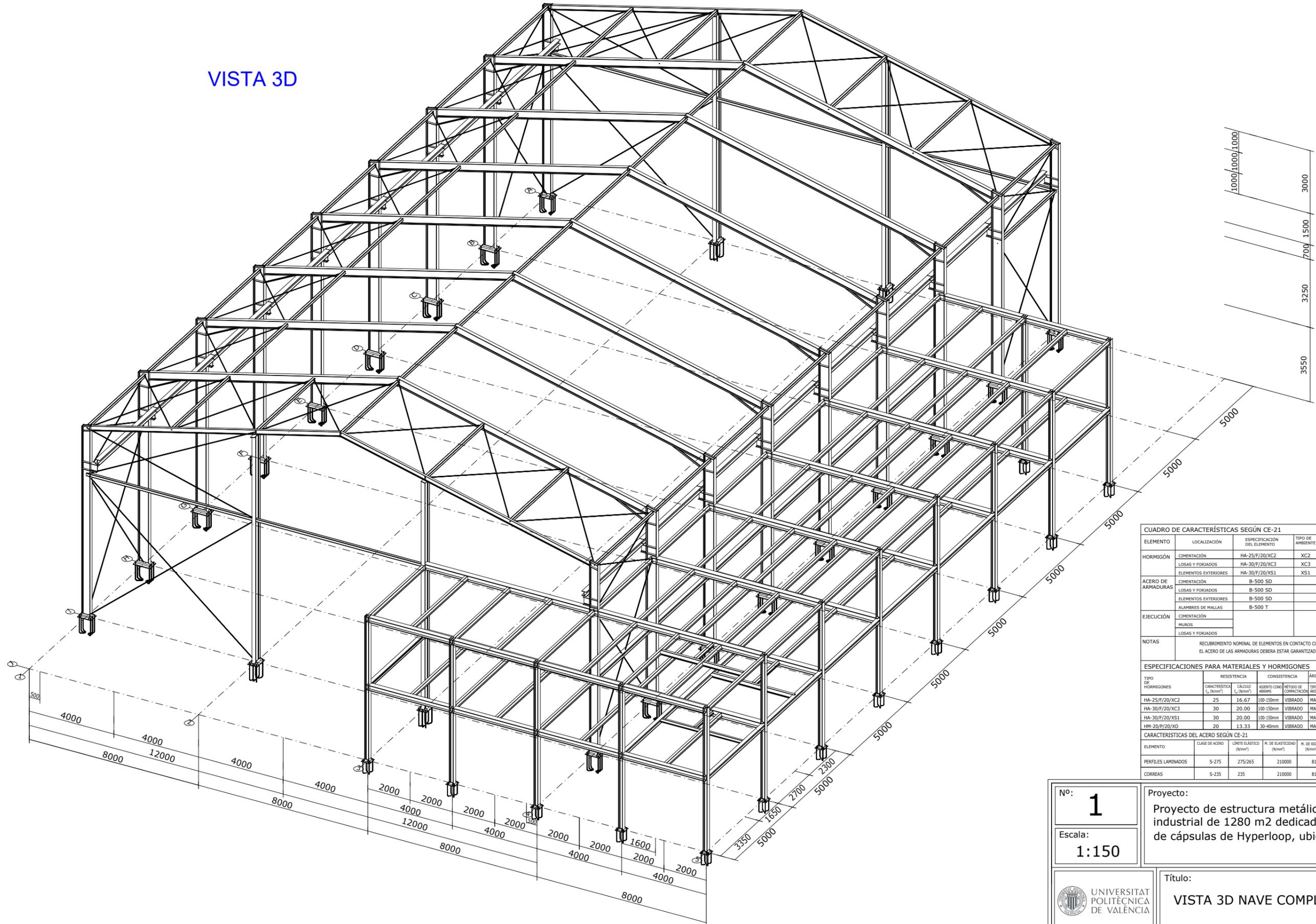


Título: **FACHADA FRONTAL NAVE INDUSTRIAL DEL PROYECTO**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**

Fecha: **Junio 2022**

VISTA 3D



ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	MINORACIÓN RESISTENCIA			
						Yc	Ys	Yt	Yb
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50			
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50			
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50			
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL		1.15		
EJECUCIÓN	CIMENTACIÓN				NORMAL			1.60	1.60
	MUROS				NORMAL			1.35	1.50
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL			1.35	1.50

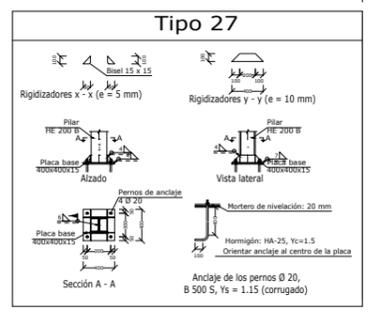
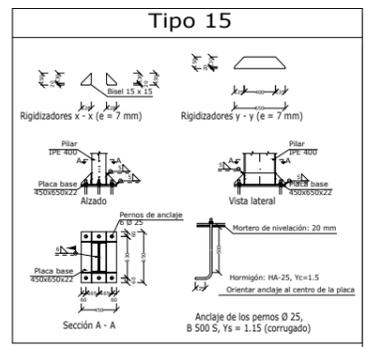
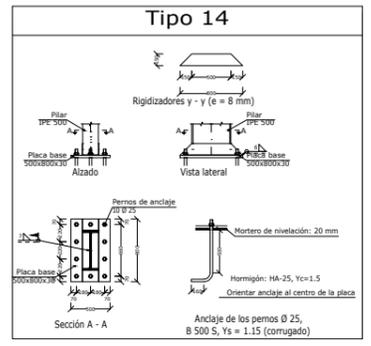
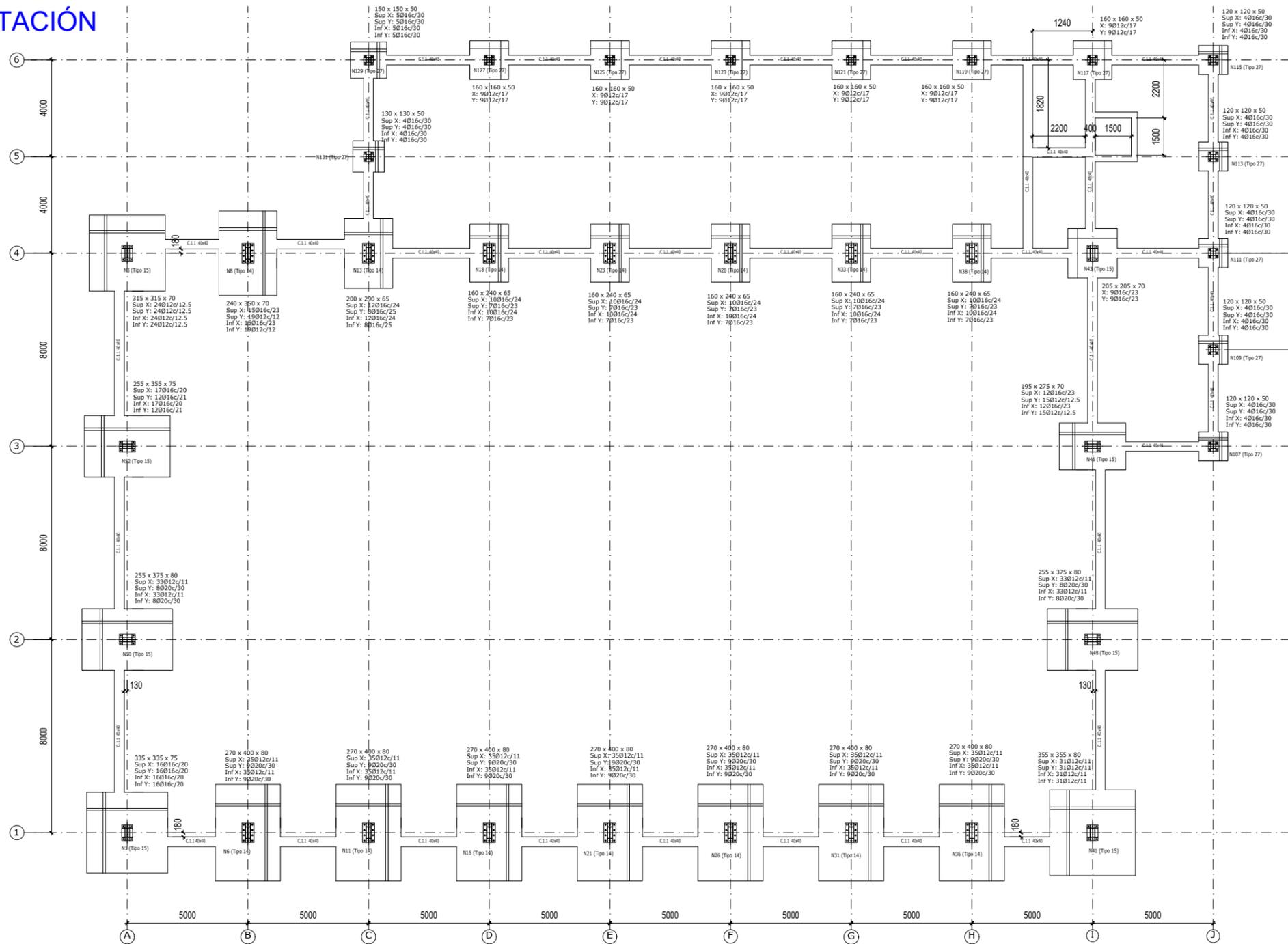
NOTAS  
RECURRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm  
EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERÁ ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ÁRIDO A EMPLEAR	CEMENTO
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	CEM IIR-S-42.5 325 Kg/m <sup>3</sup>
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	CEM IIR-S-42.5 300 Kg/m <sup>3</sup>
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	CEM IIR-S-42.5 300 Kg/m <sup>3</sup>
HM-20/P/20/X0	20	13.33	30-40mm	CEM I 42.5 200 Kg/m <sup>3</sup>

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	M. DE ELÁSTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	M. DE RIGIDEZ (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE POISSON	Cof. MINORACIÓN MATERIALES Y ACCIONES Y RESISTEN. FUNDIC.	Cof. MINORACIÓN ACCIONES Y FUNDIC. RESISTEN.
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50

Nº: <b>1</b>	Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech
Escala: <b>1:150</b>	
	Título: <b>VISTA 3D NAVE COMPLETA</b>
	Autor: <b>Jaime Castillo Adiego</b>
	Fecha: <b>Junio 2022</b>

# CIMENTACIÓN



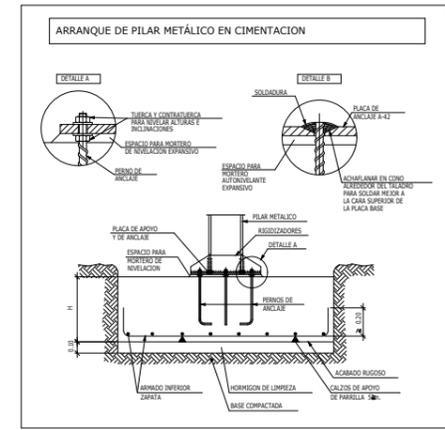
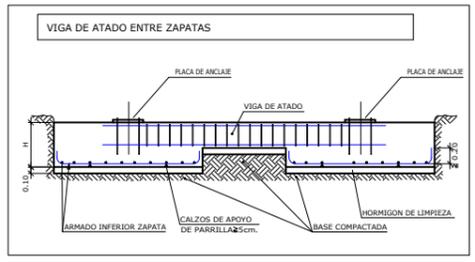
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE RECURRIMIENTO	RECURRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	HONORACIÓN RESISTENCIA ACCIONES		
						Yc	Ys	Yt
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50		
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50		
	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50		
ACERO DE ARMADURAS	CIMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15	
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15	
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15	
EJECUCIÓN	CIMENTACIÓN				NORMAL			1.60
	MUROS				NORMAL			1.35
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL			1.50

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA		CONSISTENCIA		ÁRIDO A EMPLEAR		CEMENTO		
	CARACTERÍSTICA f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	CÁLCULO f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ASIENTO COMO ABRAS	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	TIPO DE ARIDO	TAMAÑO MÁXIMO	DESIGNACIÓN RC-08	MÍN. CONTENIDO DE CEMENTO	MAX. RELACIÓN AGUA/CEMENTO
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIR-5-42.5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIR-5-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIR-5-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HM-20/P/20/X0	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM I-4.5	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO f <sub>yk</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	M. DE ELASTICIDAD E (N/mm <sup>2</sup> )	M. DE RIGIDEZ E <sub>s</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE POISSON	Cof. HONORACIÓN MATERIALES f <sub>yk</sub> RESIST. FUNDIC.	Cof. HONORACIÓN ACCIONES Y PERM. SOBREC.
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1	335x335	75	16Ø16c/20	16Ø16c/20	16Ø16c/20	16Ø16c/20
N3	315x315	70	24Ø12c/12.5	24Ø12c/12.5	24Ø12c/12.5	24Ø12c/12.5
N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36	270x400	80	35Ø12c/11	9Ø20c/30	35Ø12c/11	9Ø20c/30
N8	240x350	70	15Ø16c/23	19Ø12c/12	15Ø16c/23	19Ø12c/12
N13	200x290	65	12Ø16c/24	8Ø16c/25	12Ø16c/24	8Ø16c/25
N18, N23, N28, N33 y N38	160x240	65	10Ø16c/24	7Ø16c/23	10Ø16c/24	7Ø16c/23
N41	355x355	80	31Ø12c/11	31Ø12c/11	31Ø12c/11	31Ø12c/11
N43	205x205	70	9Ø16c/23	9Ø16c/23	9Ø16c/23	9Ø16c/23
N46	195x275	70	12Ø16c/23	15Ø12c/12.5	12Ø16c/23	15Ø12c/12.5
N48 y N50	255x375	80	33Ø12c/11	8Ø20c/30	33Ø12c/11	8Ø20c/30
N52	255x355	75	17Ø16c/20	12Ø16c/21	17Ø16c/20	12Ø16c/21
N107, N109, N111, N113 y N115	120x120	50	4Ø16c/30	4Ø16c/30	4Ø16c/30	4Ø16c/30
N117, N119, N121, N123, N125 y N127	160x160	50	9Ø12c/17	9Ø12c/17	9Ø12c/17	9Ø12c/17
N129	150x150	50	5Ø16c/30	5Ø16c/30	5Ø16c/30	5Ø16c/30
N131	130x130	50	4Ø16c/30	4Ø16c/30	4Ø16c/30	4Ø16c/30

Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	10 Pernos Ø 25	Placa base (500x800x30)
N46, N48, N50, N52, N3, N43, N41 y N1	6 Pernos Ø 25	Placa base (450x650x22)
N131, N129, N127, N125, N123, N121, N119, N117, N115, N113, N111, N109 y N107	4 Pernos Ø 20	Placa base (400x400x15)

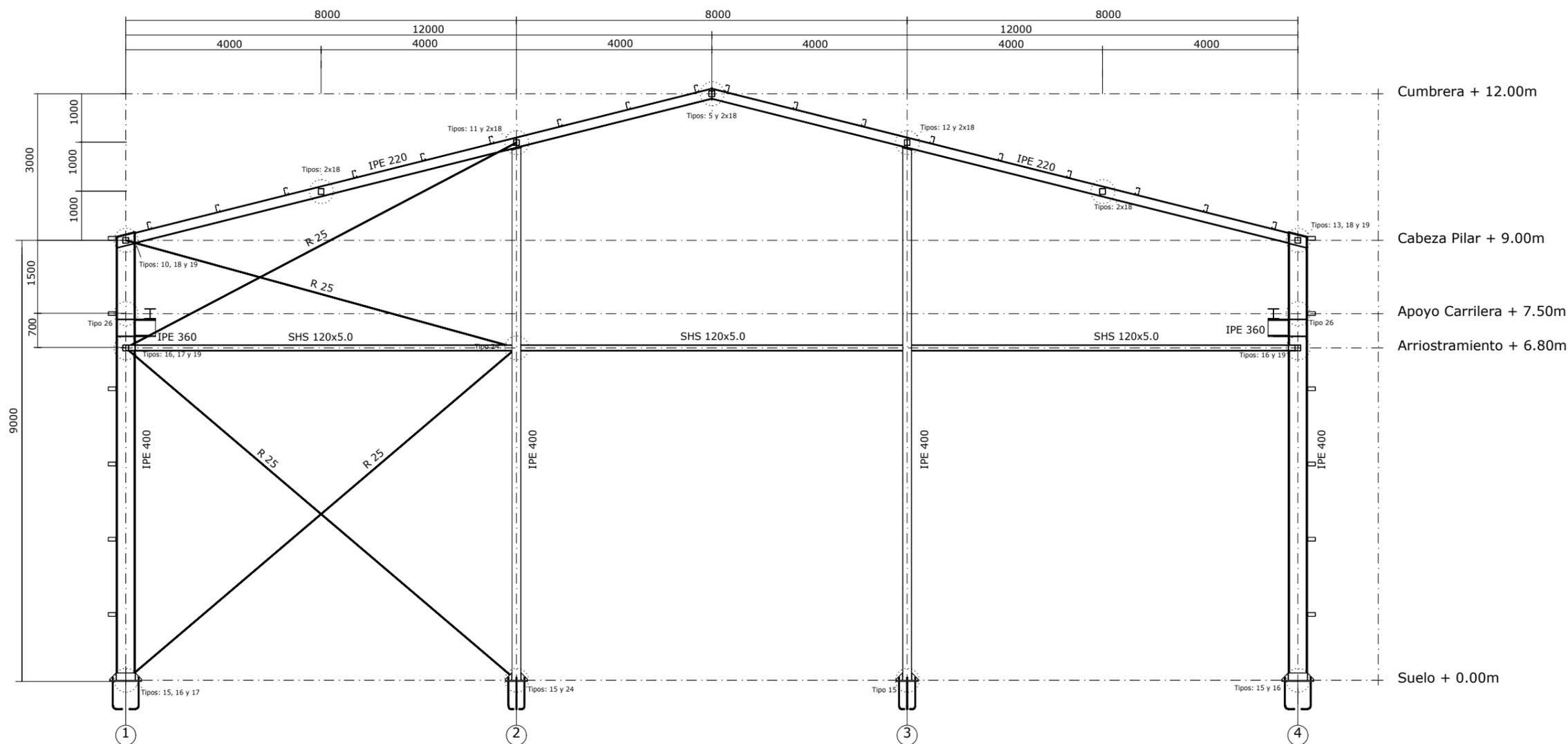


Nº: **2**  
Escala: **1:200**

Proyecto: **Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech**



Título: **PLANO DE CIMENTACIÓN**  
Autor: **Jaime Castillo Adiego**  
Fecha: **Junio 2022**

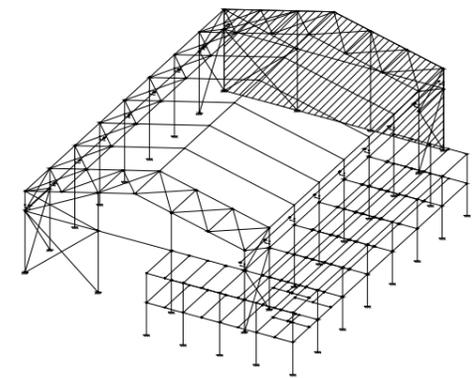


## ALINEACIÓN A

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21										
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECUBRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	REGISTRACIÓN HISTÓRICA	REGISTRACIÓN ACCIONES	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50				
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50				
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50				
	CEMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15			
EJECUCIÓN	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL		1.60	1.60		
	CEMENTACIÓN				NORMAL		1.35	1.50		
NOTAS	REBOS				NORMAL		1.35	1.50		
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL		1.35	1.50		
NOTAS RECUBRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD										
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES										
TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ARTICULO A EMPLEAR	CEMENTO						
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-4-0.5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50	
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-4-0.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55	
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-4-0.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50	
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM I4.2	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65	
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21										
ELEMENTO	CLASE DE ACERO	UNIDAD ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE RESIST. (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE RESISIÓN	COEF. VIBRACION MATERIALES (N/mm <sup>2</sup> )	COEF. VIBRACION ACORDES (N/mm <sup>2</sup> )	REL. ALARGAMIENTO		
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50			
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50			



Nº: **3**

Escala: **1:100**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

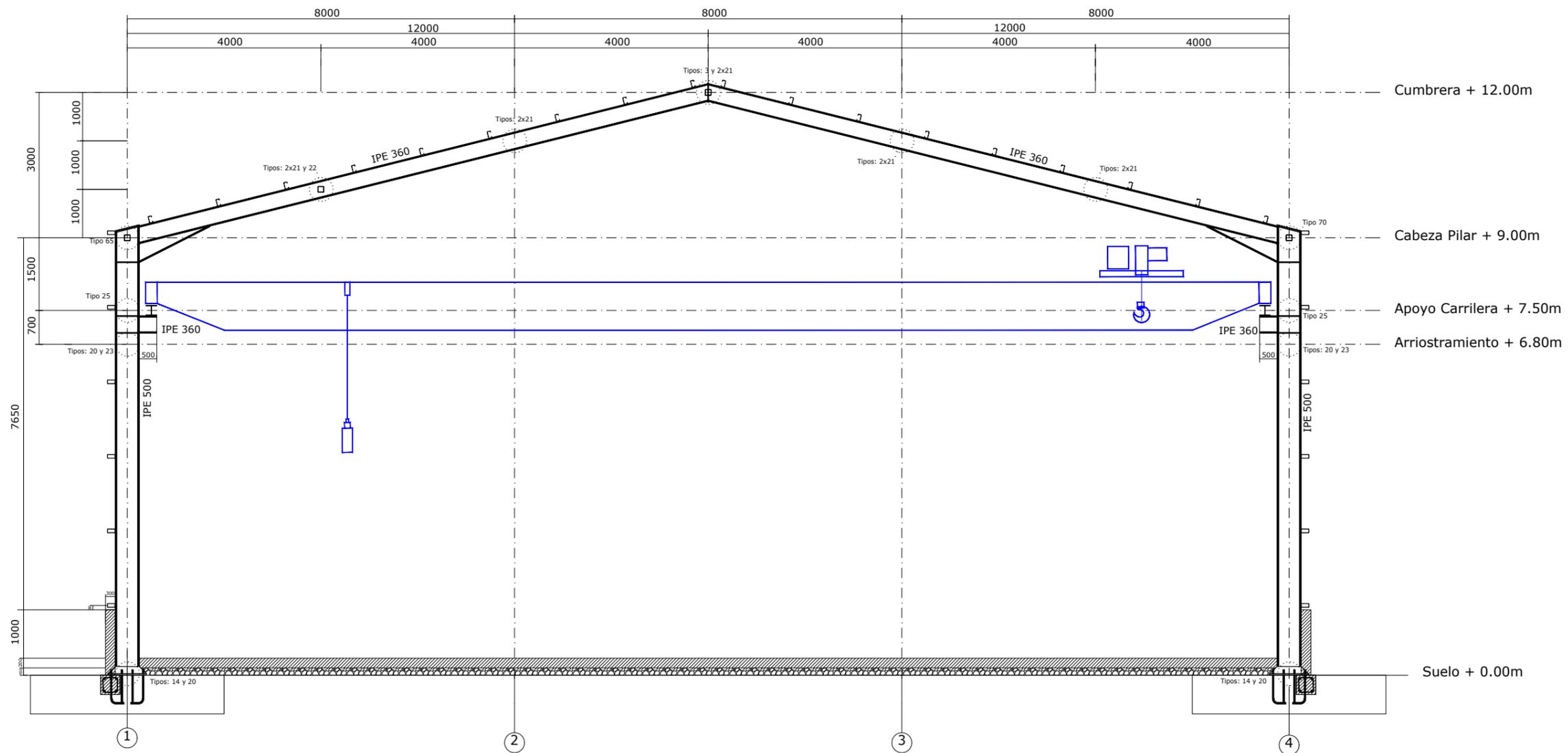
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech

Título: **PÓRTICO FACHADA ALINEACIÓN A**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**

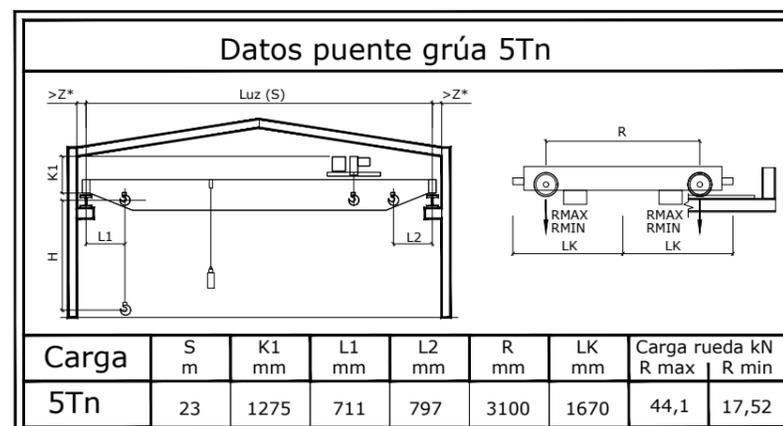
Fecha: **Junio 2022**



### ALINEACIÓN B

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m



#### CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURBIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	INSPECCIÓN ESTADÍSTICA	INSPECCIÓN ACCIONES
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50	
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50	
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50	
	CEMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15
EJECUCIÓN	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15
	CEMENTACIÓN	B-500 T			NORMAL		1.60
	MEBROS				NORMAL		1.35
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL		1.35

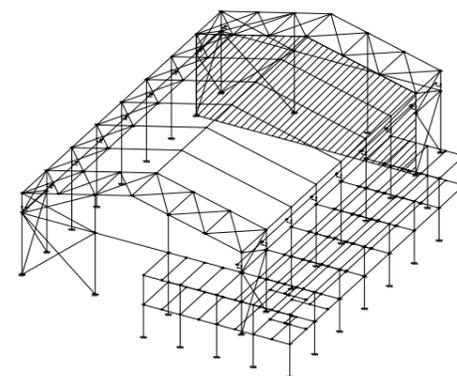
NOTAS: RECURBIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm  
 EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD

#### ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ARTICULO A EMPLEAR	CEMENTO
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm VIBRADO	MACHAQ 20mm
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm VIBRADO	MACHAQ 20mm
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm VIBRADO	MACHAQ 20mm
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm VIBRADO	MACHAQ 20mm

#### CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	CLASE DE ACERO (N/mm²)	R. DE ELASTICIDAD (N/mm²)	R. DE RIGIDEZ (N/mm²)	C. DE PESOSN	CAP. VIBRACION MATERIALES (N/mm²)	CAP. VIBRACION ACCIONES y ACCIONES (N/mm²)
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50



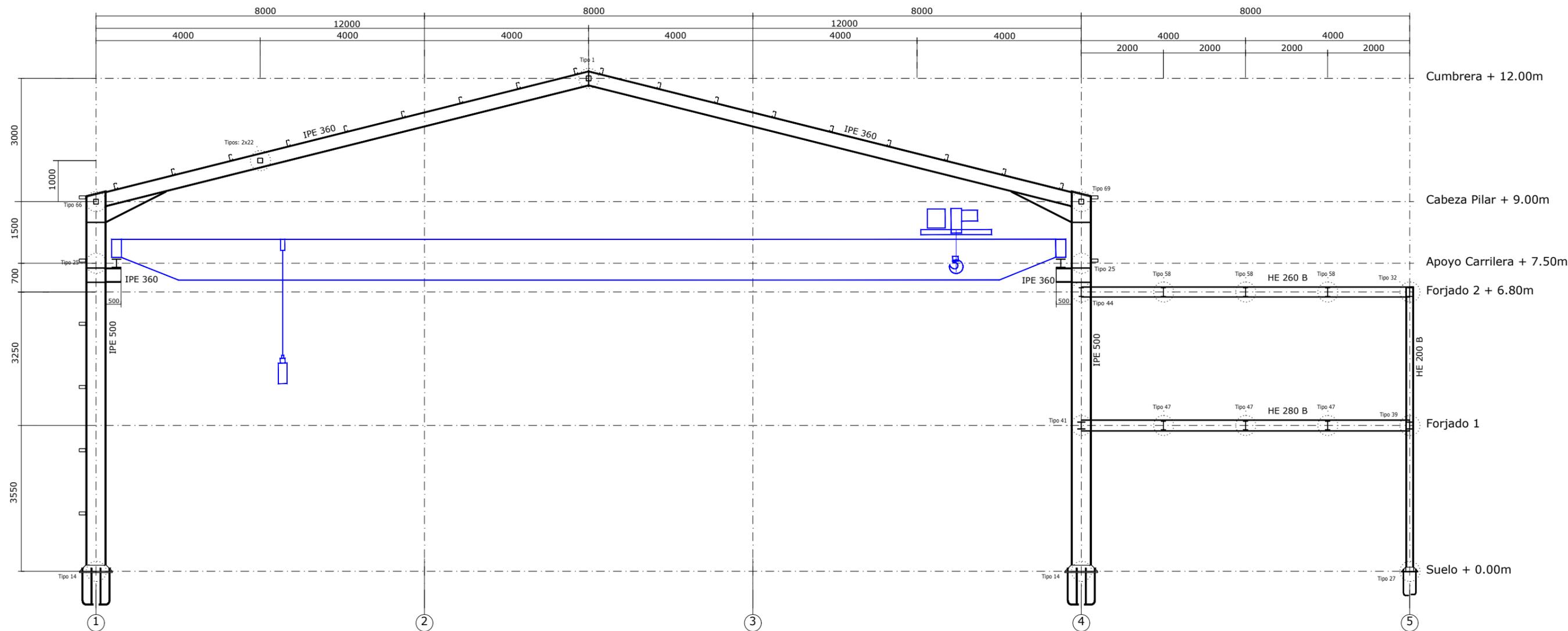
Nº: **4**  
 Escala: **1:100**

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech



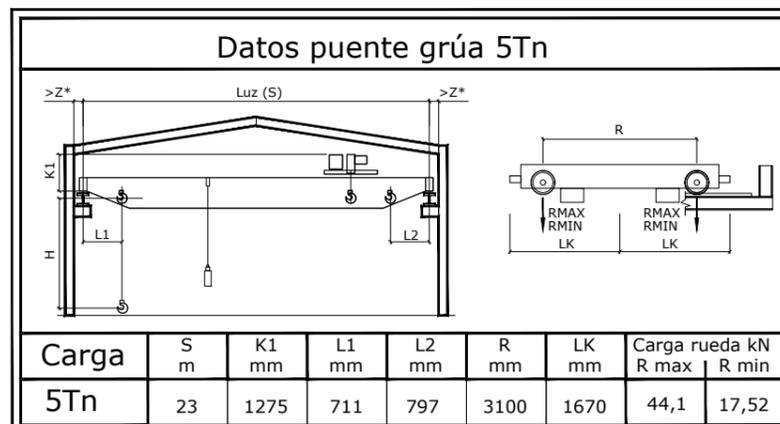
Título: **PÓRTICO INTERIOR ALINEACIÓN B**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**  
 Fecha: **Junio 2022**



ALINEACIÓN C, D, E, F, G, H

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m  
 Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m



**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21**

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURBIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	INDICACIÓN HISTÓRICA	INDICACIÓN ACCIONES
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO 1.50		
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO 1.50		
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO 1.50		
	CEMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL	1.15	
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL	1.15	
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL	1.15	
EJECUCIÓN	CEMENTACIÓN	B-500 T			NORMAL	1.60	1.60
	MEJIBOS				NORMAL	1.35	1.50
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL	1.35	1.50

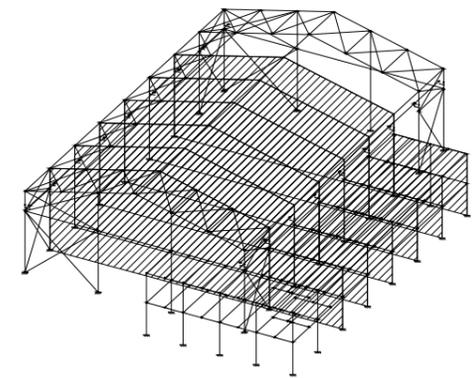
NOTAS  
 RECURBIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm  
 EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERÁ ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD

**ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES**

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ÁRIZO A EMPLEAR	CEMENTO	
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO MACHAQ 20mm	CEM IIS-5-4L5 325 Kg/m <sup>3</sup> 0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO MACHAQ 20mm	CEM IIS-5-4L5 300 Kg/m <sup>3</sup> 0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO MACHAQ 20mm	CEM IIS-5-4L5 300 Kg/m <sup>3</sup> 0.50
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm	VIBRADO MACHAQ 20mm	CEM I4L3 200 Kg/m <sup>3</sup> 0.65

**CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21**

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	CLASE DE ACERO (N/mm <sup>2</sup> )	N. DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	N. DE RÍBDEZ (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE PESOS	CAP. HORMIGÓN MATERIALES (% RESISTEN. HORMIGÓN)	CAP. HORMIGÓN ACCIONES (% RESISTEN. HORMIGÓN)
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50



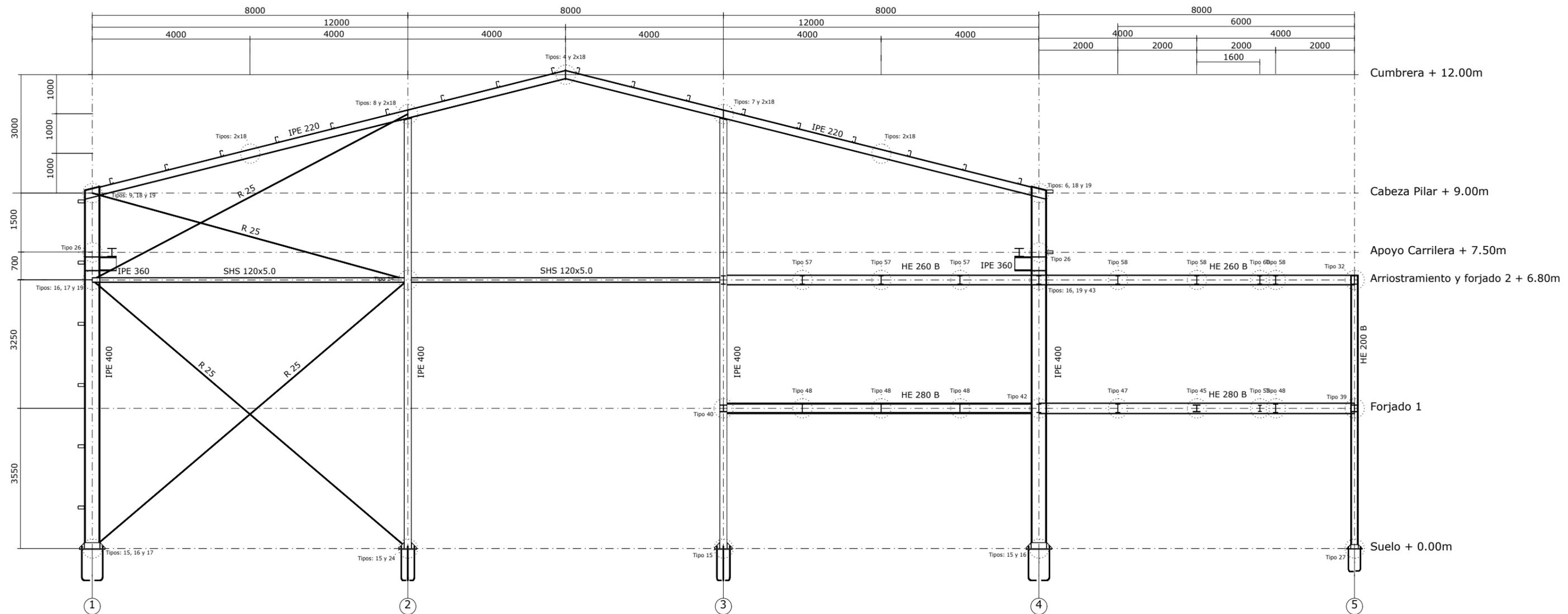
Nº: **5**  
 Escala: **1:100**

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech

Título: **PÓRTICO INTERIOR ALINEACIÓN C, D, E, F, G y H**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**  
 Fecha: **Junio 2022**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

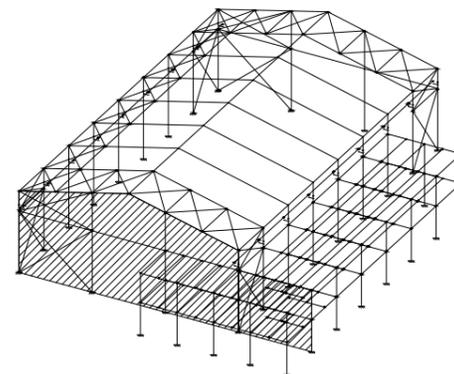


## ALINEACIÓN I

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21										
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECUBRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	REDUCCIÓN ESTADÍSTICA	REDUCCIÓN ACCIONES	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50				
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50				
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50				
	CEMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15			
EJECUCIÓN	CEMENTACIÓN	B-500 T			NORMAL		1.60	1.60		
	MEBROS				NORMAL		1.35	1.50		
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL		1.35	1.50		
NOTAS										
RECUBRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm										
EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD										
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES										
TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ARTICULO A EMPLEAR	CEMENTO						
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-4-0.5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50	
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-4-0.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55	
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIS-4-0.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50	
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM I 42.5	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65	
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21										
ELEMENTO	CLASE DE ACERO	UNITS ELASTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE RESIST. (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE RESISION	COEF. REDUCCION MATERIALES (N/mm <sup>2</sup> )	COEF. REDUCCION ACCIONES (N/mm <sup>2</sup> )	COEF. REDUCCION MATERIALES (N/mm <sup>2</sup> )	COEF. REDUCCION ACCIONES (N/mm <sup>2</sup> )	
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50			
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50			



Nº: **6**  
 Escala: **1:100**

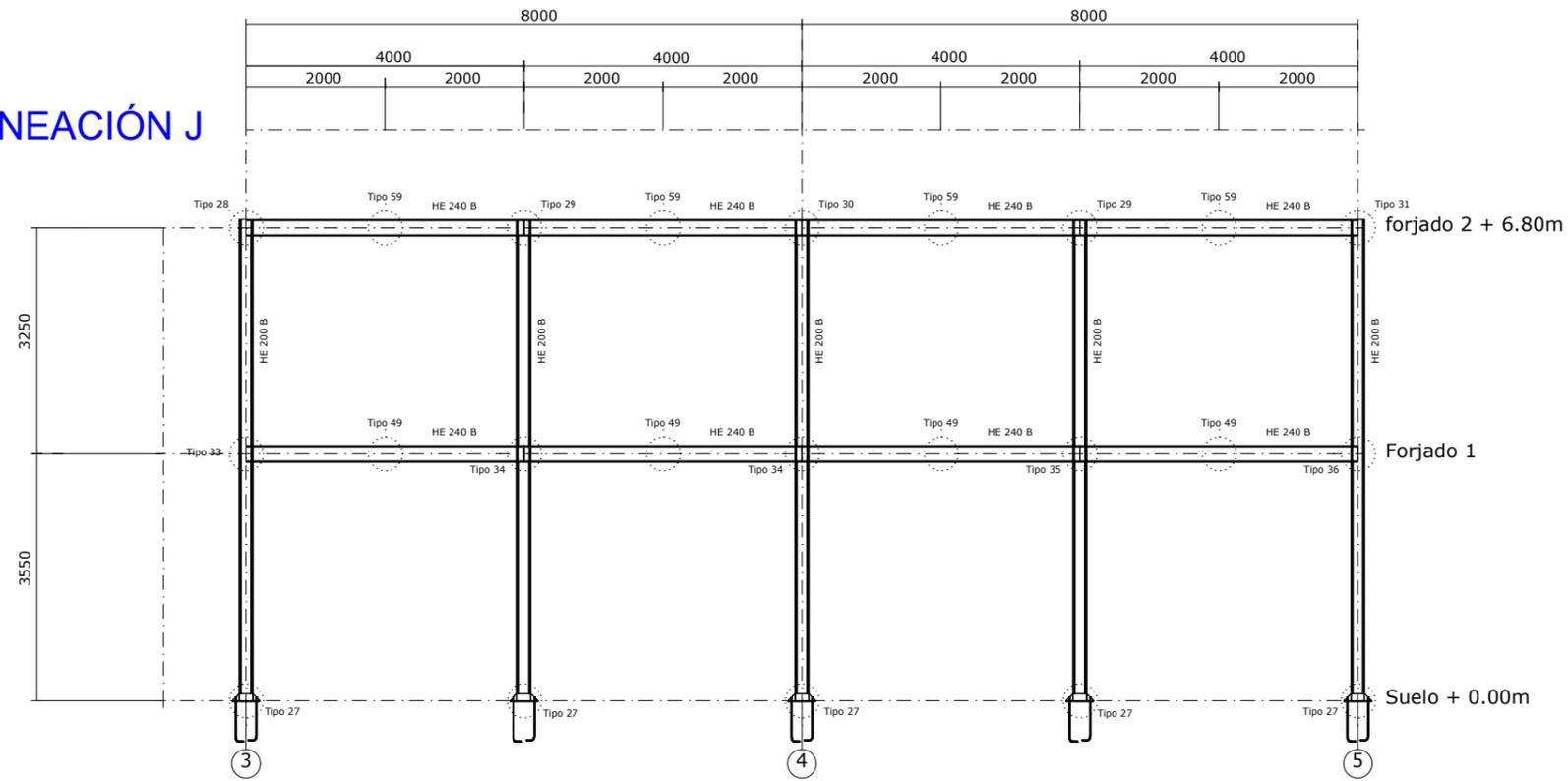
Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech



Título: **PÓRTICO FACHADA ALINEACIÓN I**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**  
 Fecha: **Junio 2022**

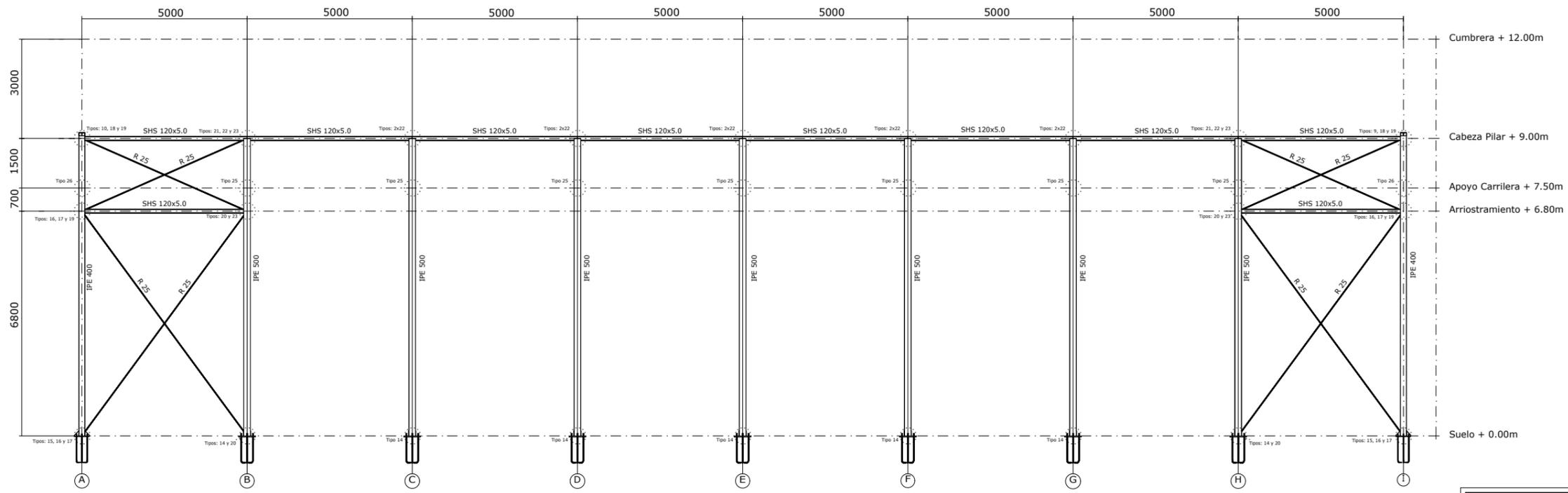
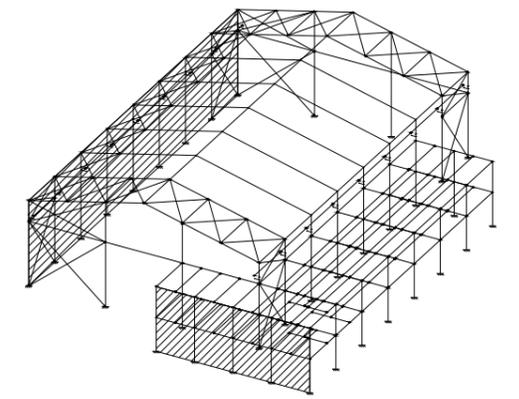
# ALINEACIÓN J



ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	HINDBORACIÓN RESISTENCIA			
						Yc	Ys	Yt	Yb
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50			
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50			
	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50			
ACERO DE ARMADURAS	CIMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15		
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15		
EJECUCIÓN	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL		1.15		
	CIMENTACIÓN				NORMAL	1.60	1.60		
	MUROS				NORMAL	1.35	1.50		
NOTAS	RECURRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm								
	EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD								

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ÁRIDO A EMPLEAR	CEMENTO				
RESISTENCIA	CLASIFICACIÓN	RESISTENCIA	RESISTENCIA	RESISTENCIA				
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ, 20mm	CEM IIR-S-42.5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ, 20mm	CEM IIR-S-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ, 20mm	CEM IIR-S-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HM-20/P/20/XO	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQ, 20mm	CEM I 42.5	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE RESISDEZ (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE POISSON	coef. HINDBORACIÓN MATERIALES RESISTEN./MÓDULO	coef. HINDBORACIÓN ACCIONES y PERM./MÓDULO
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50

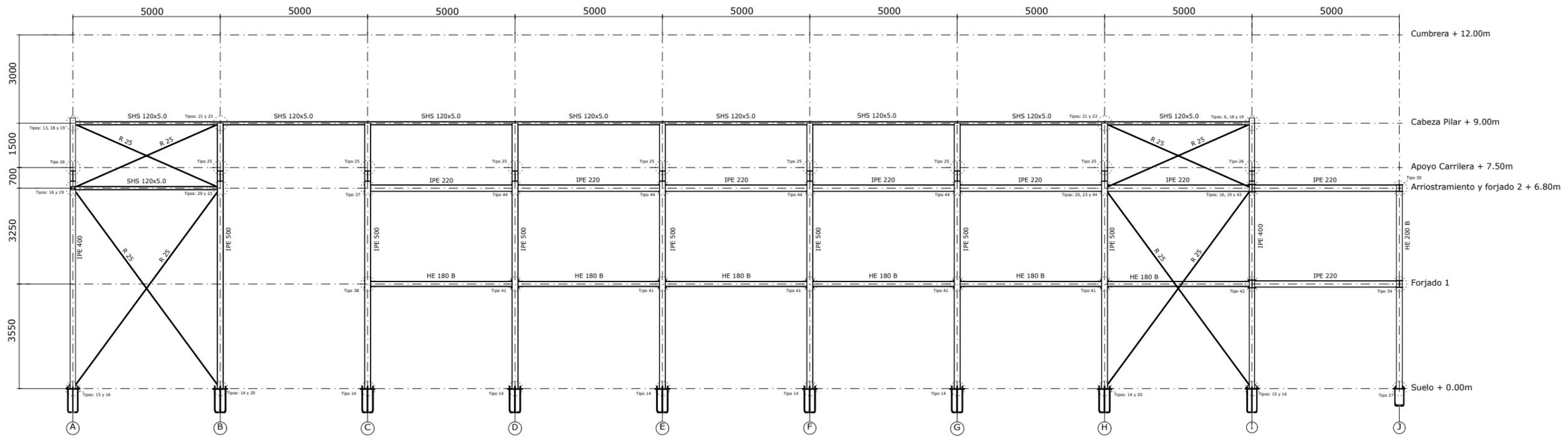


# ALINEACIÓN 1

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m

Nº: <b>7</b>	Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech
Escala: <b>1:150</b>	
	Título: <b>PÓRTICO ALINEACIÓN J y FACHADA LATERAL ALINEACIÓN 1</b>
	Autor: <b>Jaime Castillo Adiego</b>
	Fecha: Junio 2022

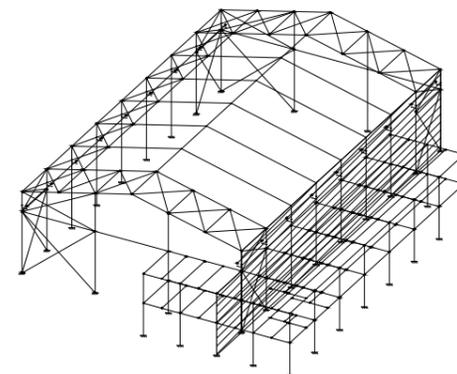


**ALINEACIÓN 4**

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m

Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21									
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURBIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL ESTADÍSTICO	INDICACIÓN HISTÓRICA		INDICACIÓN ACCIONES	
						Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO 1.50				
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO 1.50				
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO 1.50				
	CIMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL			1.15	
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL			1.15	
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL			1.15	
EJECUCIÓN	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL			1.15	
	CIMENTACIÓN				NORMAL			1.60	1.60
NOTAS	RECURBIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm								
	EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD								
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES									
TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ARTÍCULO A EMPLEAR		CEMENTO				
	CARACTERÍSTICA f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	DIÁMETRO (mm)	ABRILLO (mm)	RETORNO DE COMPRESIÓN (mm)	TIPO DE ARDO	TIPO DE MORTAR	DESIGNACIÓN DE CEMENTO	PRO. RELACIÓN AGUA/CEMENTO	PRO. RELACIÓN AGUA/AGUA
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	110-150mm	VIBRADO	MACHAQA	20mm	CEN 118-S-42.5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	110-150mm	VIBRADO	MACHAQA	20mm	CEN 118-S-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	110-150mm	VIBRADO	MACHAQA	20mm	CEN 118-S-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HM-20/F/20/XO	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQA	20mm	CEN 142.1	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21									
ELEMENTO	CLASE DE ACERO	UNIDAD ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE RESIST. (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE POSICION	CLAS. HIERRO	CLAS. HIERRO	CLAS. HIERRO	CLAS. HIERRO
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50		
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50		



Nº: **8**

Escala: **1:150**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

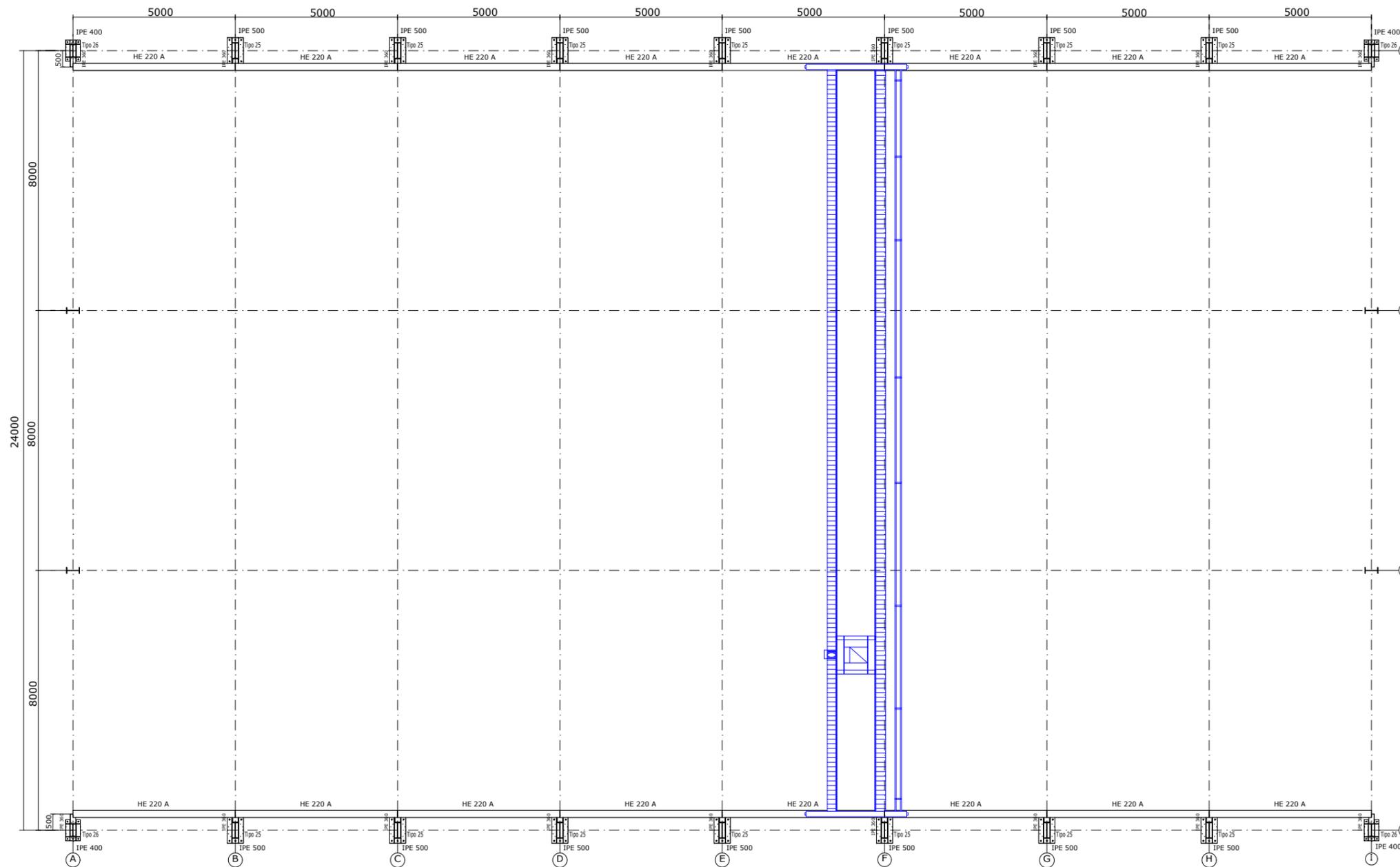
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech

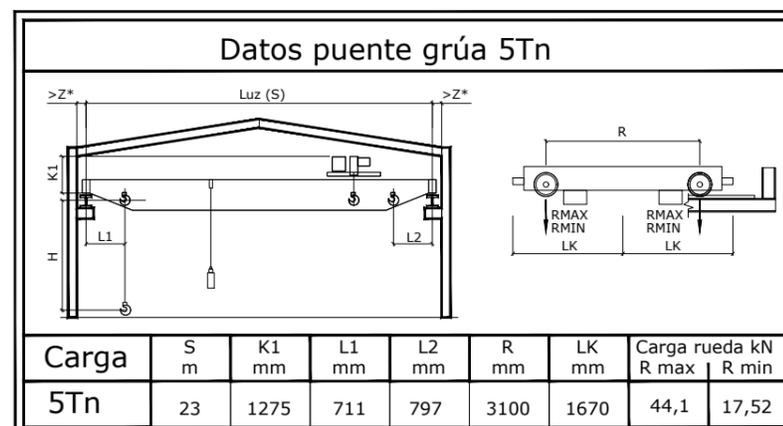
Título: **FACHADA LATERAL ALINEACIÓN 4**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**

Fecha: **Junio 2022**



## PLANO VIGA CARRILERA



#### CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECUBRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	REINFORZAMIENTO RESISTENCIA	REINFORZAMIENTO ACCIONES
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50	
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50	
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50	
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD	NORMAL			1.15	
EJECUCIÓN	CEMENTACIÓN	B-500 SD	NORMAL			1.15	
	ALAMIBRES DE MALLAS	B-500 T	NORMAL			1.15	
NOTAS	REINFORZAMIENTO		NORMAL			1.60	1.60
	LOSAS Y FORJADOS		NORMAL			1.35	1.50

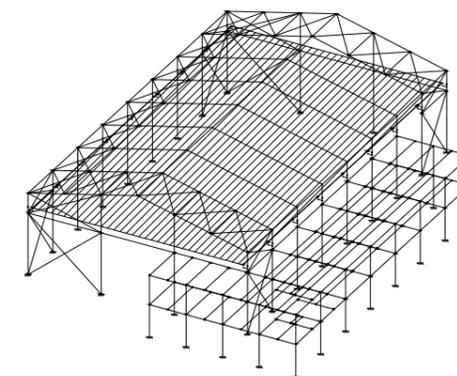
NOTAS: REINFORZAMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm  
EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERÁ ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD

#### ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ARTICULO A EMPLEAR	CEMENTO		
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm VIBRADO MACHAQ	20mm CEN (B-S-4-5)	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm VIBRADO MACHAQ	20mm CEN (B-S-4-5)	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm VIBRADO MACHAQ	20mm CEN (B-S-4-5)	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm VIBRADO MACHAQ	20mm CEN 1423	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65

#### CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	CLASE DE ACERO	R. DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE RESIST. (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE RESIS. (N/mm <sup>2</sup> )	COEF. DE DILATACION MATERIALES (1/1000)	COEF. DE DILATACION ACCIONES (1/1000)
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50



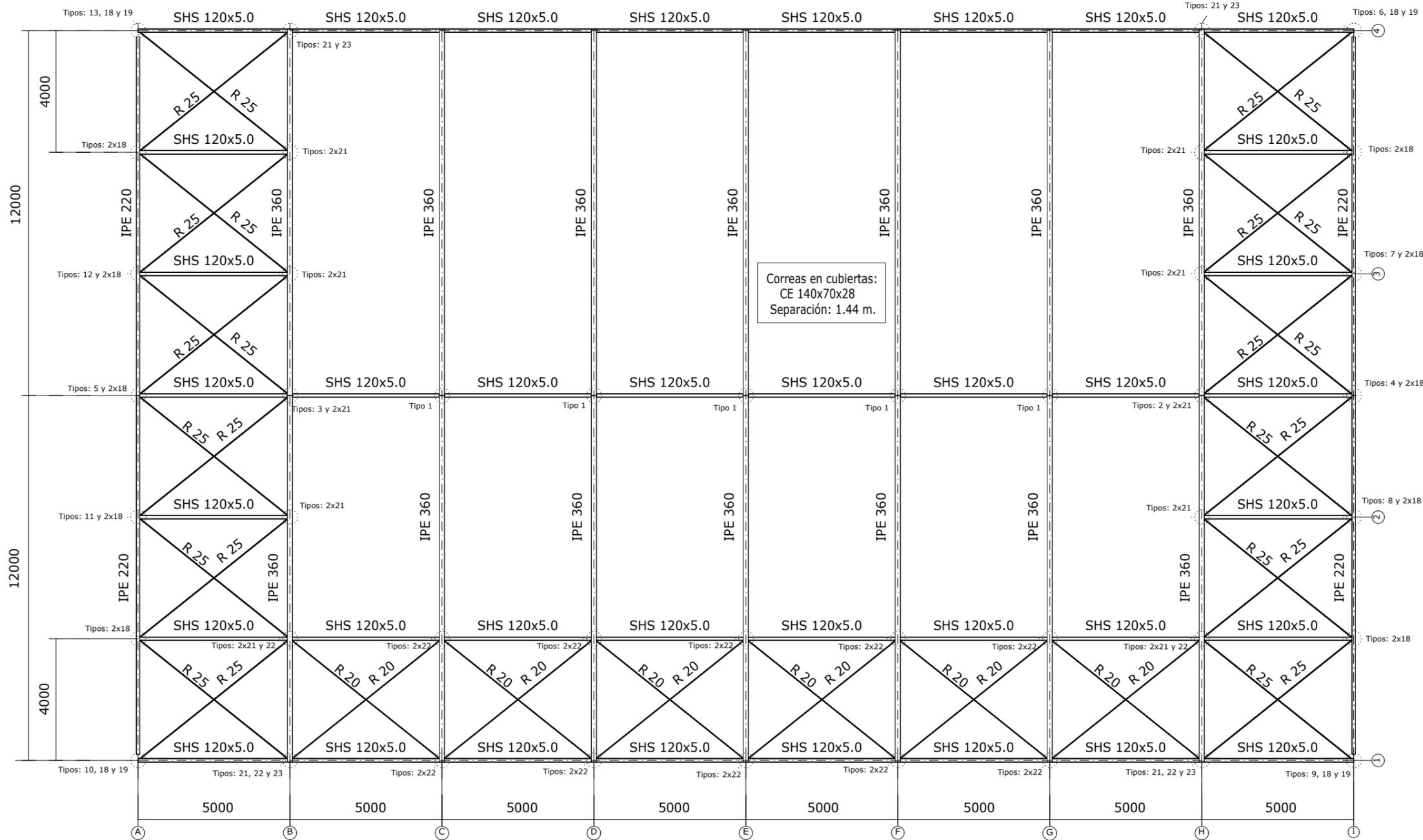
Nº: **9**  
Escala: **1:150**

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech



Título: **PLANO VIGA CARRILERA**

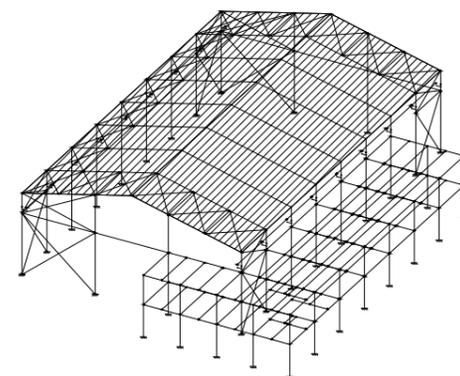
Autor: **Jaime Castillo Adiego**  
Fecha: **Junio 2022**



**PLANO DE CUBIERTA (NAVE PRINCIPAL)**

Correas en cubiertas  
 Tipo de Acero: S235  
 Tipo de perfil: CE 140x70x28  
 Separación: 1.44 m.  
 Peso lineal: 7.41 kg/m  
 Correas en laterales  
 Tipo de Acero: S275 (UNE-EN 10025-2)  
 Tipo de perfil: RECTANGULAR 160x80x4  
 Separación: 1.54 m.  
 Peso lineal: 14.37 kg/m

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CE-21										
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURBIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	INDICACIÓN HISTÓRICA	INDICACIÓN ACCIONES	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
HORMIGÓN	CEMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50				
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50				
	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50				
ACERO DE ARMADURAS	CEMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL		1.15			
	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL		1.15			
EJECUCIÓN	CEMENTACIÓN				NORMAL		1.60	1.60		
	REBOS				NORMAL		1.35	1.50		
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL		1.35	1.50		
NOTAS										
RECURBIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm										
EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERÁ ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD										
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES										
TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ARTICULO A EMPLEAR	CEMENTO						
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm VIBRADO MACHAQ	20mm	CEM IIS-5-40.5	325	Kg/m <sup>3</sup>	0.50		
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm VIBRADO MACHAQ	20mm	CEM IIS-5-40.5	300	Kg/m <sup>3</sup>	0.55		
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm VIBRADO MACHAQ	20mm	CEM IIS-5-40.5	300	Kg/m <sup>3</sup>	0.50		
HA-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm VIBRADO MACHAQ	20mm	CEM I42.5	200	Kg/m <sup>3</sup>	0.65		
CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGÚN CE-21										
ELEMENTO	CLASE DE ACERO	UNITS ELASTICO (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE ELASTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	R. DE RESIST. (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE RESISION	CMF MATERIALES	CMF HORMIGÓN	CMF ACEROS	CMF RELAJA	CMF ABLAZADO
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50			
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50			



Nº: **10**  
 Escala: **1:150**

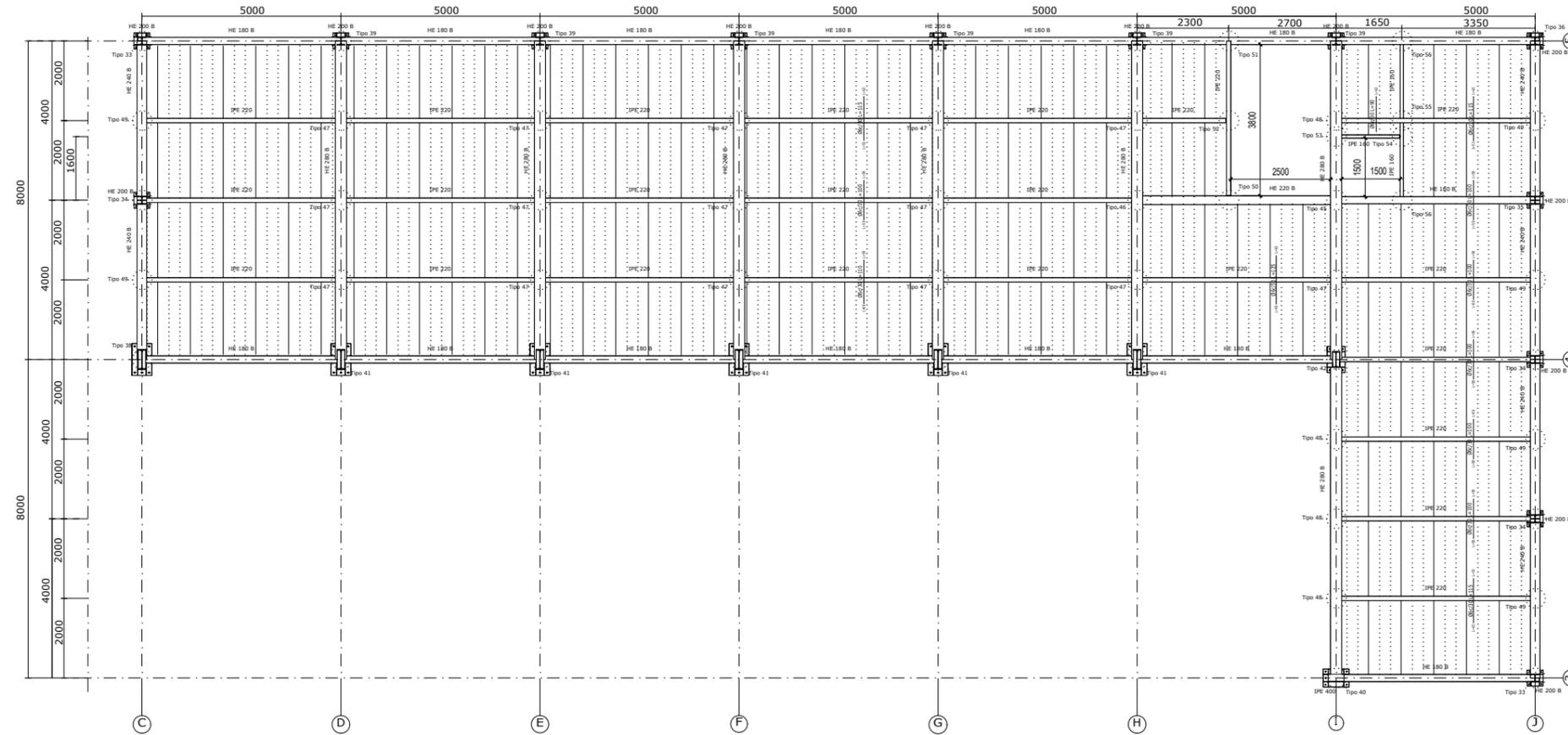
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech

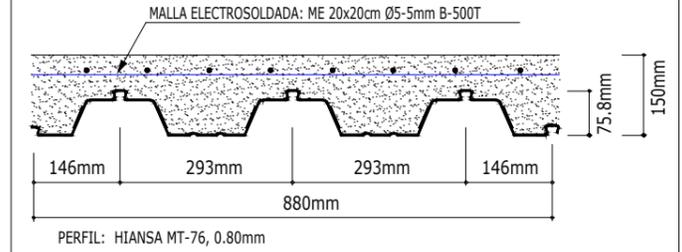
Título: **PLANO DE CUBIERTA (NAVE PRINCIPAL)**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**  
 Fecha: Junio 2022

# FORJADO 1



## SECCION TIPO DEL FORJADO

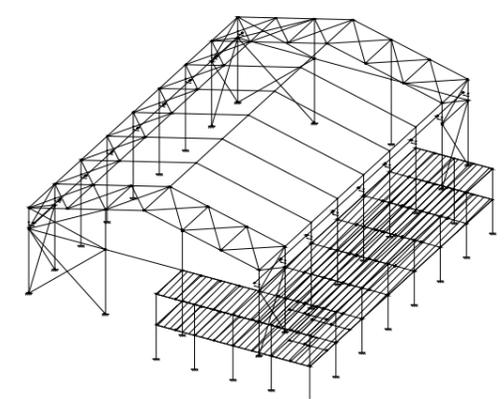


ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURRIMIENTO NOMINAL	NIVEL DE CONTROL	RENOVACIÓN RESISTENCIA ACCIONES			
						Yc	Ys	Yt	Yd
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADISTICO	1.50			
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADISTICO	1.50			
	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADISTICO	1.50			
ACERO DE ARMADURAS	CIMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL			1.15	
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL			1.15	
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL			1.15	
	ALAMBRES DE MALLAS	B-500 T			NORMAL			1.15	
EJECUCIÓN	CIMENTACIÓN				NORMAL			1.60	1.60
	MUROS				NORMAL			1.35	1.50
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL			1.35	1.50

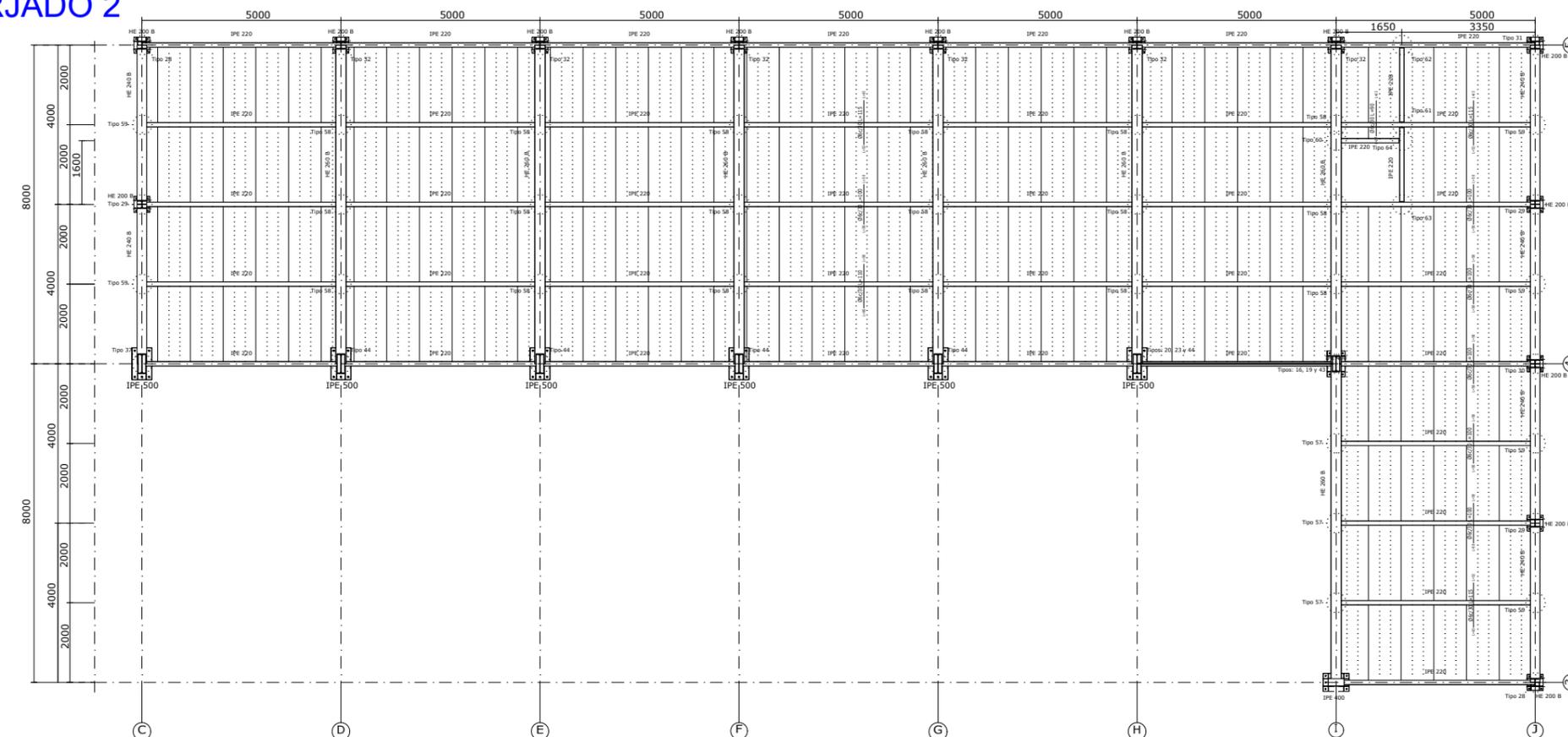
NOTAS  
RECURRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm  
EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA		CONSISTENCIA		ÁRIDO A EMPLEAR		CEMENTO		
	CARACTERÍSTICA f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	CALCULO f <sub>td</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	ASIENTO COMO ABRAS	MÉTODO DE COMPACTACIÓN	TIPO DE ÁRIDO	TAMÑO MÁXIMO	DESIGNACIÓN RC-98	MÍN. CONTENIDO DE CEMENTO	MAX. RELACIÓN AGUA/CEMENTO
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIR-S-42.5	325 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIR-S-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.55
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM IIR-S-42.5	300 Kg/m <sup>3</sup>	0.50
HM-20/P/20/X0	20	13.33	30-40mm	VIBRADO	MACHAQ	20mm	CEM I-42.5	200 Kg/m <sup>3</sup>	0.65

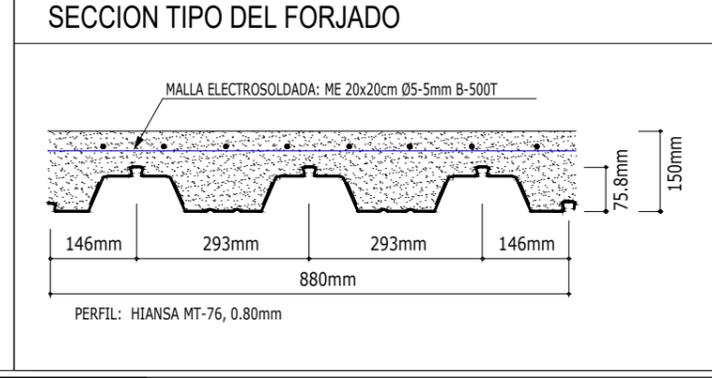
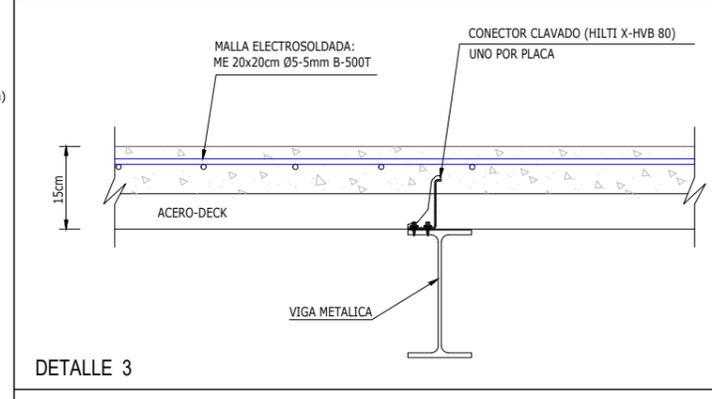
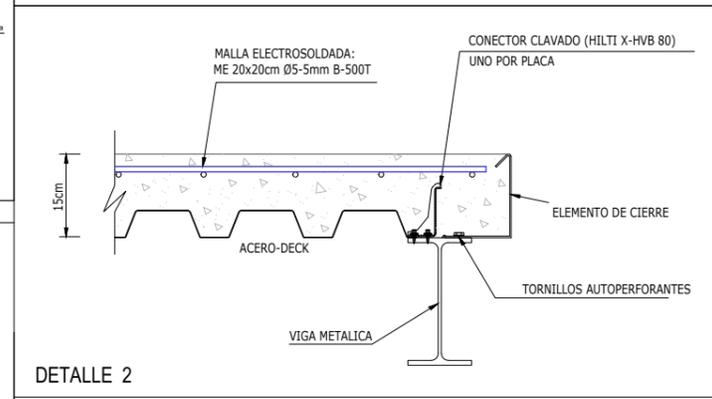
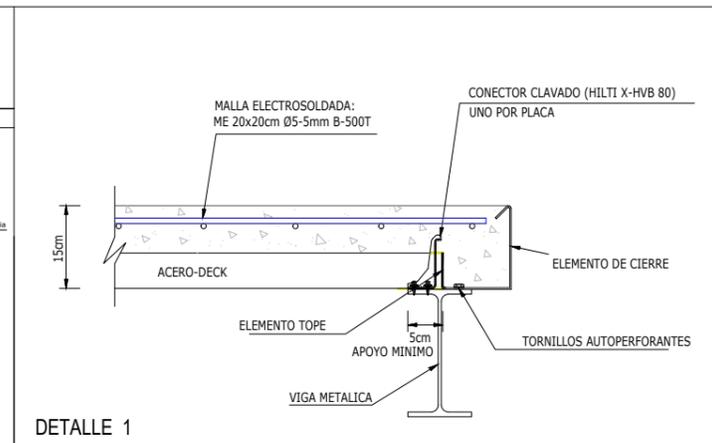
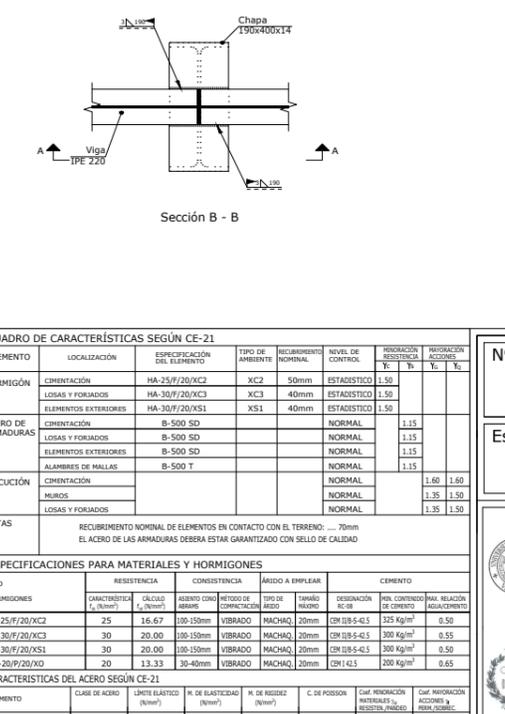
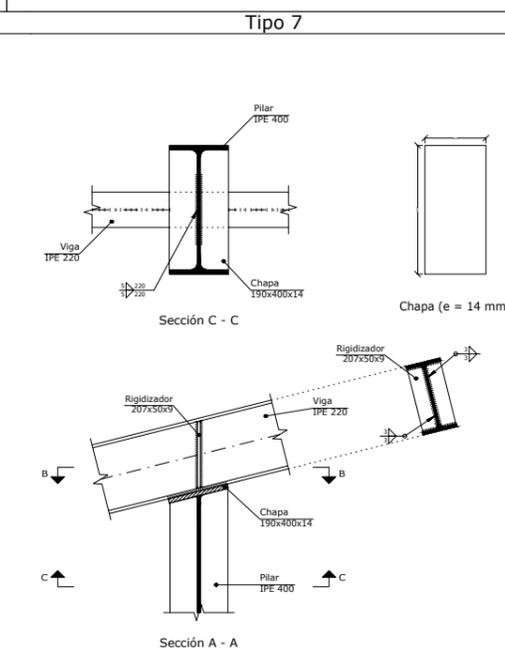
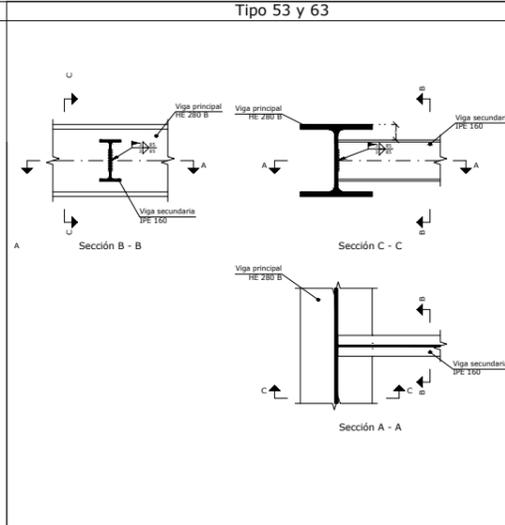
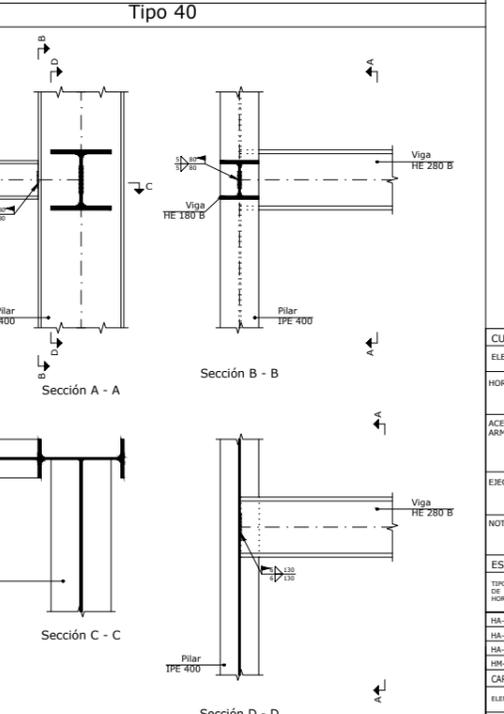
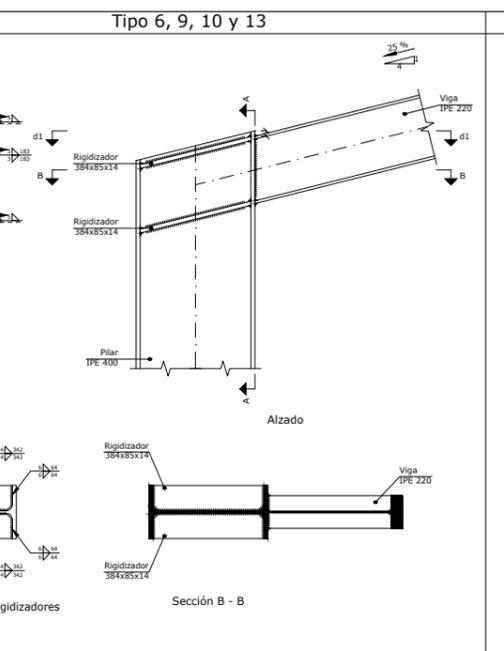
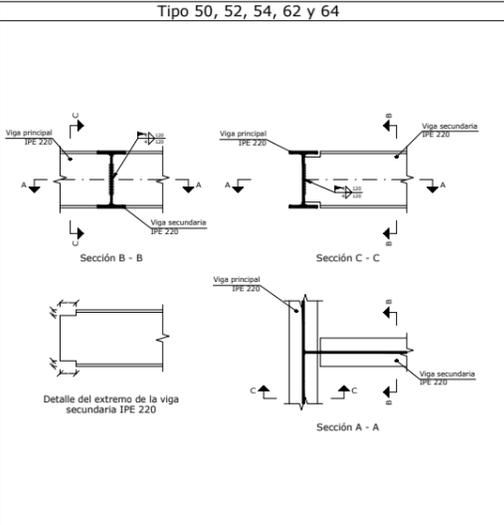
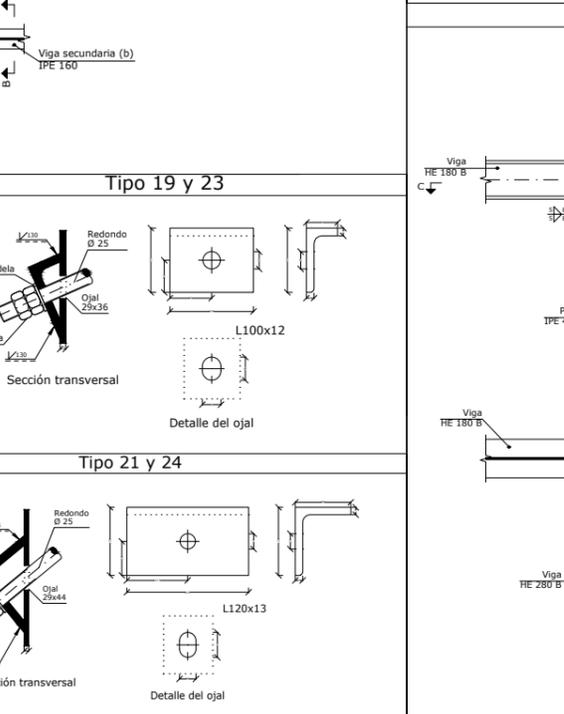
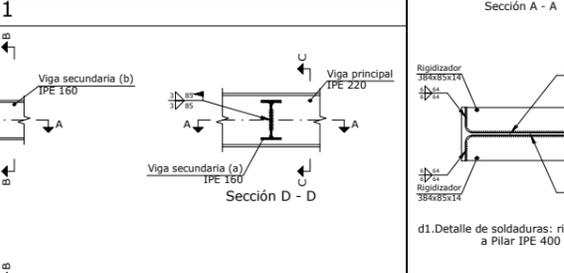
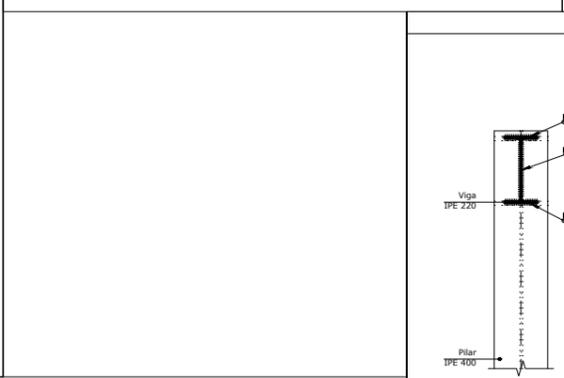
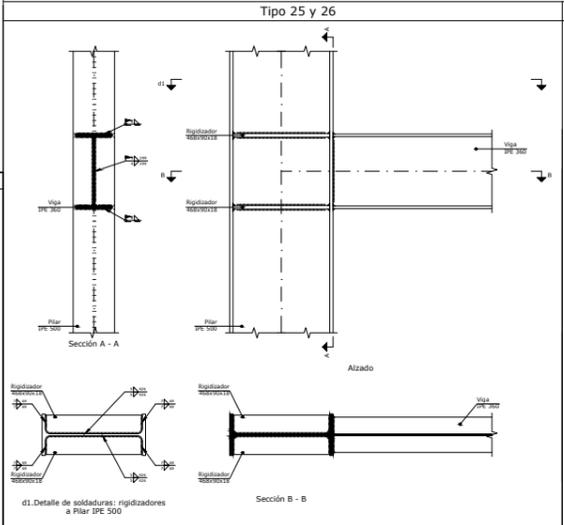
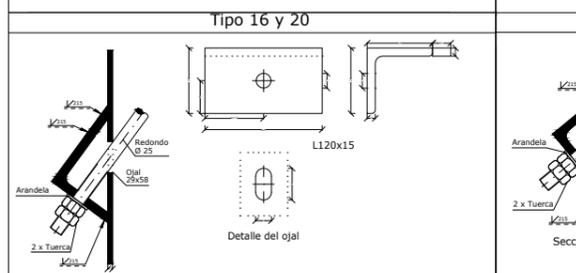
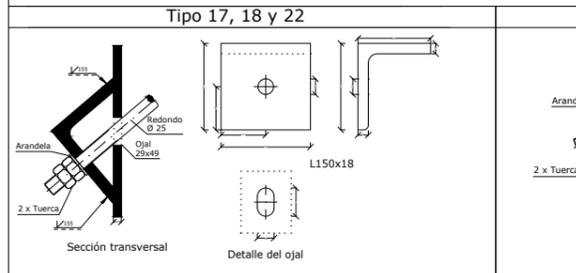
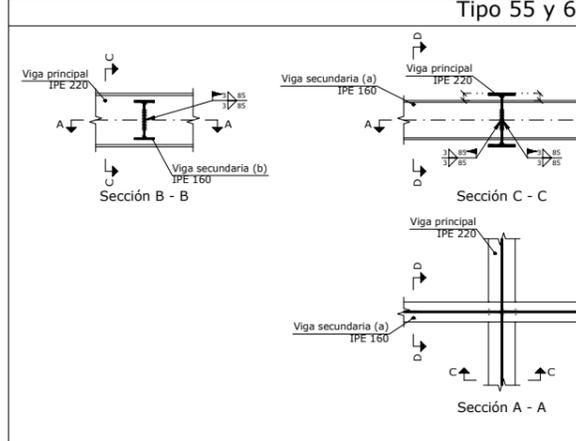
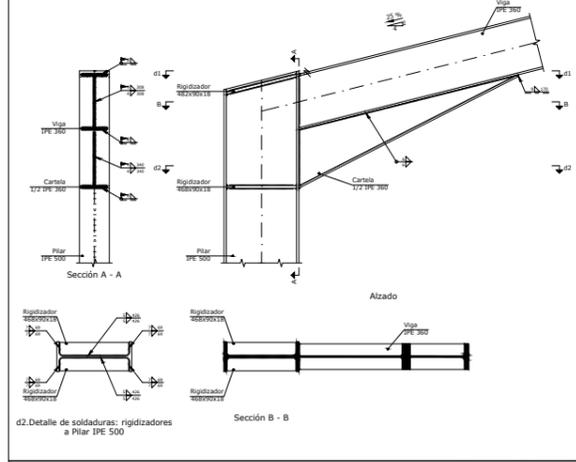
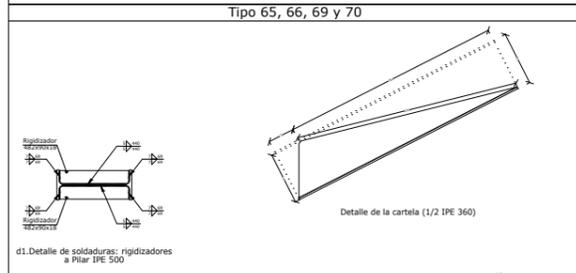
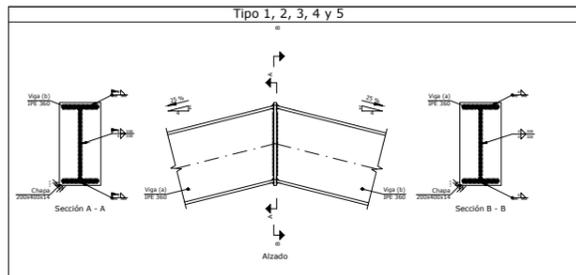
ELEMENTO	CLASE DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO (N/mm <sup>2</sup> )	M. DE ELÁSTICIDAD (N/mm <sup>2</sup> )	M. DE RIGIDEZ (N/mm <sup>2</sup> )	C. DE POISSON	Cof. RENOVACIÓN MATERIALES f <sub>td</sub> RESIST. ARMADO	Cof. MAIORACIÓN ACCIONES y BARR. CORROS.
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50



# FORJADO 2



Nº: <b>11</b>	Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech
Escala: <b>1:150</b>	
	Título: <b>FORJADO 1 Y FORJADO 2 (BLOQUE DE OFICINAS)</b>
	Autor: <b>Jaime Castillo Adiego</b>
	Fecha: <b>Junio 2022</b>



**CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGUN CE-21**

ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	TIPO DE AMBIENTE	RECURRIMIENTO	NIVEL DE CONTROL	INDICADOR RESISTENCIA	INDICADOR ACCIONES
HORMIGÓN	CIMENTACIÓN	HA-25/F/20/XC2	XC2	50mm	ESTADÍSTICO	1.50	
	LOSAS Y FORJADOS	HA-30/F/20/XC3	XC3	40mm	ESTADÍSTICO	1.50	
ACERO DE ARMADURAS	ELEMENTOS EXTERIORES	HA-30/F/20/XS1	XS1	40mm	ESTADÍSTICO	1.50	
	CIMENTACIÓN	B-500 SD			NORMAL	1.15	
	LOSAS Y FORJADOS	B-500 SD			NORMAL	1.15	
	ELEMENTOS EXTERIORES	B-500 SD			NORMAL	1.15	
EJECUCIÓN	CIMENTACIÓN				NORMAL	1.60	1.60
	MUROS				NORMAL	1.35	1.50
	LOSAS Y FORJADOS				NORMAL	1.35	1.50

NOTAS: RECURRIMIENTO NOMINAL DE ELEMENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO: ... 70mm  
EL ACERO DE LAS ARMADURAS DEBERA ESTAR GARANTIZADO CON SELLO DE CALIDAD

**ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES**

TIPO DE HORMIGONES	RESISTENCIA	CONSISTENCIA	ÁNGULO A EMPLEAR	CEMENTO
HA-25/F/20/XC2	25	16.67	100-150mm	VIBRADO MACHAQ, 20mm
HA-30/F/20/XC3	30	20.00	100-150mm	VIBRADO MACHAQ, 20mm
HA-30/F/20/XS1	30	20.00	100-150mm	VIBRADO MACHAQ, 20mm
HM-20/F/20/XD	20	13.33	30-40mm	VIBRADO MACHAQ, 20mm

**CARACTERÍSTICAS DEL ACERO SEGUN CE-21**

ELEMENTO	CLASE DE ACERO	UNIDAD ELÁSTICO (N/mm²)	R. DE RESISTENCIA (N/mm²)	R. DE RESILIEZ (N/mm²)	C. DE FOSFORO	CON. MINORACION REBARBARAS Y BARRAS DOBLES	CON. MINORACION ACCIONES Y BARRAS DOBLES
PERFILES LAMINADOS	S-275	275/265	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50
CORREAS	S-235	235	210000	81000	0.30	1.05	1.35/1.50

**Nº: 12**

Proyecto: Proyecto de estructura metálica para nave industrial de 1280 m2 dedicada al mantenimiento de cápsulas de Hyperloop, ubicada en Albuixech

Escala:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALÈNCIA**

Título: **DETALLE DE LAS UNIONES**

Autor: **Jaime Castillo Adiego**

Fecha: **Junio 2022**