

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGIAS INDUSTRIALES Y CIENCIAS
EXPERIMENTALES

GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

FLUJO DE TRABAJO A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA
BIM PARA EL DESARROLLO Y DETALLADO DE LA
ESTRUCTURA DE UNA NAVE INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor

María Pastor Santacreu

Director

José Manuel Portolés Flaj

Castellón, julio de 2023

Índice general de contenido

Capítulo I. Memoria

Capítulo II. Anejos de cálculos

Capítulo III. Pliego de condiciones

Capítulo IV. Presupuesto

Capítulo V. Planos

Capítulo VI. Manual de trabajo de flujo BIM con herramientas de CYPE

Capítulo I. Memoria

Índice de memoria

I.	Objetivo	6
II.	Identificación y objeto del proyecto	7
III.	Información previa	7
IV.	Ámbito del proyecto	7
V.	Marco legal.....	8
i.	Disposiciones legales.....	8
ii.	Norma	8
VI.	Requisitos de diseño	9
VII.	Solución adoptada.....	10
i.	Emplazamiento.....	10
ii.	Diseño de la nave	10
iii.	Distribución de espacios	12
iv.	Uso característico del edificio y su entorno.....	13
VIII.	Sistema estructural	14
i.	Datos e hipótesis de partida	14
ii.	Análisis estructural.....	18
iii.	Cumplimiento del CTE.....	28
iv.	Mediciones.....	34
v.	Uniones	39
IX.	Sistema de protección contra incendios.....	49
i.	Requisitos de diseño	49
ii.	Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.....	49
iii.	Documento básico SI – Seguridad en caso de Incendio.....	52
iv.	Mediciones.....	57
X.	Viabilidad del proyecto	58
XI.	Resumen del presupuesto.....	58
XII.	Conclusiones	59

Índice de tablas de la memoria

Tabla 1. Análisis de diseño	9
Tabla 2. Tabla de superficies	12
Tabla 3. Acciones permanentes de la estructura	14
Tabla 4. Categorías de uso CTE	15
Tabla 5. Acciones variables, sobrecarga de uso	15
Tabla 6. Acciones variables, puente grúa.....	16
Tabla 7. Acciones variables, viento	16
Tabla 8. Acciones variables, nieve.....	17
Tabla 9. Correas.....	19
Tabla 10. Diferentes pórticos de la estructura.....	21
Tabla 11. Parámetros vigas	24
Tabla 12. Flecha viga carrilera	24
Tabla 13. Hipótesis grúa	26
Tabla 14. Parámetros del terreno	28
Tabla 15. Medición de correas	34
Tabla 16. Medición barras, superficie	34
Tabla 17. Medición barras, volumen y peso	35
Tabla 18. Medición de zapatas.....	37
Tabla 19. Medición de vigas de atado y centrado.....	38
Tabla 20. Sectores de incendio zona industrial.....	49
Tabla 21. Densidad de carga de fuego de los sectores del edificio industrial	50
Tabla 22. Densidad de carga de fuego del edificio industrial	50
Tabla 23. Tabla RSCIEI criterio de nivel de riesgo intrínseco	50
Tabla 24. Sectores de incendio RSCIEI con norma	51
Tabla 25. Equipamiento RSCIEI	51
Tabla 26. Evacuación	52
Tabla 27. Sector de incendio zona administrativa	53
Tabla 28. Evacuación zona administrativa	55
Tabla 29. Escaleras	55
Tabla 30. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendios de la zona administrativa	56
Tabla 31. Resistencia al fuego de la estructura de la zona administrativa	57

Tabla 32. Cuadro de materiales de protección de incendios 57

Tabla 33. PEC 58

Tabla 34. Presupuesto total 58

Índice de ilustraciones en la memoria

Ilustración 1. Parcela de objeto (Fuente: Google Maps).....	10
Ilustración 2. Imagen ilustrativa de la geometría de la nave	11
Ilustración 3. Distribución de espacios.....	12
Ilustración 4. Pórtico inicial	18
Ilustración 5. Estructura metálica completa	20
Ilustración 6. Estructura de la oficina.....	27
Ilustración 7. Unión tipo 1.....	41
Ilustración 8. Unión tipo 2.....	42
Ilustración 9. Unión tipo 3.....	42
Ilustración 10. Unión tipo 4.....	43
Ilustración 11. Unión tipo 5.....	43
Ilustración 12. Unión tipo 6.....	44
Ilustración 13. Unión tipo 7.....	44
Ilustración 14. Unión tipo 8.....	45
Ilustración 15. Unión tipo 9.....	45
Ilustración 16. Unión tipo 10.....	46
Ilustración 17. Unión tipo 11.....	46
Ilustración 18. Unión tipo 12.....	47
Ilustración 19. Unión tipo 13.....	47
Ilustración 20. Unión tipo 14.....	48
Ilustración 21. Unión tipo 15.....	48

I. Objetivo

Este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo el desarrollo de un proyecto hipotético de edificación para la empresa Caldal, dedicada a la calderería industrial en la ciudad de Alicante. El proyecto consiste en la actualización y ampliación de las instalaciones existentes mediante la construcción de un nuevo edificio.

El aspecto principal de este trabajo es el cálculo de la estructura metálica de la nueva nave, incluidas las uniones que requiera y la cimentación. Para ello, se ha seguido el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Código Estructural como complementación al mismo. Asimismo, se ha suplementado al cálculo de la estructura el diseño de las instalaciones de seguridad de protección contra incendios. En consideración a las dimensiones de esta edificación industrial, se ha empleado de forma concordante tanto el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) como el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El propósito del proyecto es obtener una estructura que cumpla con las condiciones establecidas por la empresa demandante y, al mismo tiempo, garantice seguridad ante posibles riesgos de incendio. En esta situación, es necesario cumplir con los requisitos legales y asegurar la viabilidad económica del proyecto.

Como novedad y aportación, se presentará la manera de llevar a cabo esta etapa de la construcción de un edificio utilizando la tecnología BIM (Building Information Modeling), aprovechando las herramientas proporcionadas por CYPE Ingenieros.

Esta herramienta permite optimizar el tiempo de trabajo y manejar proyectos con mayor complejidad y extensión. La posibilidad de intercambiar información en la nube permite el poder realizar tareas de manera más eficiente y segura.

Este trabajo ha implicado el desarrollo de un proyecto de edificación concreto, lo cual ha representado un desafío tanto profesional como personal. Ha sido necesario comprender la aplicación de las normas en el ámbito real y su implementación. Además, el hecho de utilizar una tecnología relativamente nueva, que se utiliza actualmente y se utilizará en futuros proyectos de edificación en el mundo entero, ha despertado un mayor interés en mi calidad de ingeniera por seguir aprendiendo y mejorando en el campo de la construcción.

II. Identificación y objeto del proyecto

Título del proyecto

Nave industrial destinada a fabricación de camiones cisterna para transporte de hidrocarburos.

Objeto del proyecto

Edificación industrial de estructura metálica. El recinto cuenta con diversos espacios para realizar diferentes tareas además de contar con una entreplanta destinada a la administración de la empresa.

III. Información previa

Se recibe por parte de una empresa el encargo de la redacción de proyecto de una nueva instalación para su industria. La obra es de promoción privada.

La empresa se dedica a producción de cisternas semirremolques de 1, 2 y 3 ejes, cisternas sobre bastidor, unidades repostadas para aviación tanto civiles como militares, proyectos especiales y depósitos de combustibles estáticos. En la actual nave de trabajo cuentan con una superficie de 4000 m², teniendo el edificio una vida mayor a 55 años.

La génesis del diseño de este proyecto surge a raíz de la realización de un análisis técnico en el cual se determina que es necesaria la renovación de la actual nave de la compañía.

Se demanda un recinto de mayor superficie y optimización del espacio debido a la deficiente distribución de la línea de producción actual y al aumento de demanda de este servicio.

La información necesaria para elaborar el proyecto ha sido aportada por la entidad para ser incorporada a la presente memoria.

IV. Ámbito del proyecto

El ámbito de este proyecto se enfoca en el diseño de la estructura portante de una nave completamente metálica. Se especificarán los parámetros técnicos de todas las vigas que conforman la estructura, así como las uniones que aseguran su integridad y funcionalidad. Además, se abordará la cimentación necesaria para soportar los esfuerzos que actúan sobre la estructura, garantizando su robustez, estabilidad y seguridad.

Para llevar a cabo el diseño de la estructura, se tomarán decisiones respecto a su configuración y distribución de espacios.

Una vez calculada la estructura, se realizará un estudio de protección contra incendios para determinar las medidas de seguridad necesarias.

V. Marco legal

i. Disposiciones legales

- Plan general municipal de ordenación Alicante. Normas urbanísticas.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 470/2021, 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

ii. Norma

El CTE es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Está compuesto por distintos documentos básicos (DB), de los cuales se ha empleado en el presente proyecto los mostrados a continuación:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE).

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural.

- Documento Básico de Seguridad en caso de incendio (DB-SI).

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio.¹²

¹ En el caso de esta edificación se han tratado dos zonas distintas para la protección contra incendio debido a que cada una pertenece a una normativa diferente. La zona administrativa se trata con el CTE – DB –SI y el resto del recinto con Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

² Según el Artículo 3. Compatibilidad reglamentaria de RSCIEI. Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por la normativa correspondiente cuando superen los límites indicados a continuación: Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².

VI. Requisitos de diseño

Tras el análisis de eficiencia de productividad en la nave anterior, se pide una nueva forma de trabajo que implica cambio en la línea de producción. Este cambio se refleja en los siguientes requisitos para la nave:

Problema	Solución
<p>La nave existente abarca una superficie total de 4000 metros cuadrados. Esta estructura se compone de un único módulo en el cual se encuentra ubicada la línea de producción principal, mientras que en los espacios intermedios se llevan a cabo las actividades secundarias y se almacenan materiales según las necesidades. Sin embargo, esta disposición obstaculiza la tarea principal y ralentiza la productividad.</p>	<p>Se tiene previsto llevar a cabo una ampliación del espacio de trabajo, aproximadamente duplicando su tamaño (sujeto a la adaptabilidad del emplazamiento). Con esta ampliación, se establecerán zonas diferenciadas con sus respectivas particiones para los talleres secundarios y los almacenes de la línea de producción principal.</p> <p>La nueva nave permitirá además aumentar la productividad, ya que contará con espacio para albergar dos líneas principales de producción.</p>
<p>Solitud de una distribución con menor limitación de acceso, ya que destaca que la nave existente es colindante con otras naves por un lateral y por la parte trasera, obligando a usar un único acceso para recepción y recogida de material por la parte lateral que da directamente a la vía pública y otro acceso exclusivo en la parte delantera para el personal.</p>	<p>La mejora de los accesos se conseguirá al buscar un emplazamiento que ofrezca un mayor espacio alrededor de la nave, incluyendo los accesos necesarios a dicho terreno.</p>
<p>Como una adición al problema a solucionar en la nueva construcción, se debe considerar la implementación de la normativa actualizada en las instalaciones de incendio. Esto se debe a que la construcción de la nave anterior tuvo lugar hace mucho tiempo (55 años) y es necesario garantizar que cumpla con los estándares de seguridad contra incendios vigentes.</p>	<p>Realizar la instalación de protección contra incendios respecto a la normativa actual.</p>

Tabla 1. Análisis de diseño

VII. Solución adoptada

i. Emplazamiento

El solar objeto del presente proyecto se encuentra en el Área industrial 'Unidades 4/7', exactamente en Calle Ocaña 52(c), parcela A2. Situado en Cdad. de Asís, Alicante (Alacant), Comunidad Valenciana.

Referencia catastral: 5975901YH1457F0001PJ



Ilustración 1. Parcela de objeto (Fuente: Google Maps)

La superficie del solar ocupa un área total de 15.309 m².

El solar se encuentra en un área en desarrollo destinada a la industria relativamente próximo del centro de Alicante desde la cual se tiene acceso a una amplia red de transporte, tanto marítima, aérea como terrestre. El terreno no es colindante a ninguna otra construcción en ninguno de los cuatro lados y se tendrá acceso a él desde todo el perímetro del recinto.

ii. Diseño de la nave

La geometría de la nave se ha decidido de manera que sea simétrica, incluidos el espacio interior, exceptuando la zona administrativa. Estará formada por cuatro módulos con cubierta a dos aguas. La superficie tiene forma rectangular. Este diseño facilitará la distribución de actividades y simplificará el cálculo de la estructura.

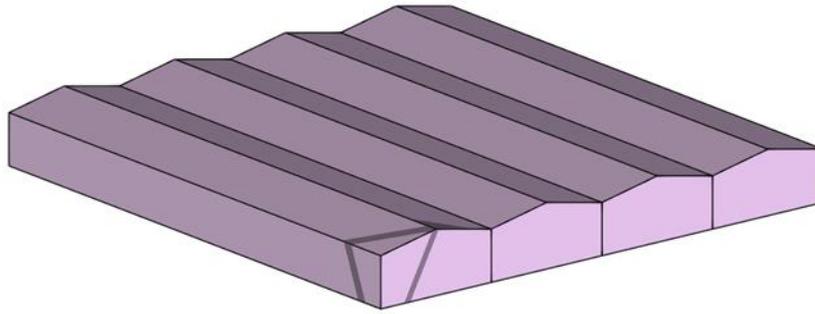


Ilustración 2. Imagen ilustrativa de la geometría de la nave

La nave se construirá a 90 grados con respecto al norte, de manera que el lado largo de la nave coincide con el lado largo del terreno (130 metros). Se puede observar la nave respecto a su posición en el terreno en el plano 1 del capítulo V.

La distancia que se dejará entre el final del terreno y el final de la nave es para permitir un espacio de estacionamiento de camiones dentro del terreno, tanto para los vehículos en espera de reparación o pintura como para la circulación de los mismos.

Debido a esta orientación y el uso del espacio, la nave va a cubrir de largo desde el límite del terreno hasta un total de 85 metros. Dejando así una distancia para el uso descrito en el párrafo anterior de 45 metros. Por otro lado, se va a dejar una distancia entre los límites laterales y la propia nave para tener espacios exteriores útiles y para accesos exteriores con distintos fines, como es la llegada de materia prima o la entrada peatonal.

En conclusión, la nave resulta de 85 metros de largo por 80 metros de ancho. Pudiendo haberse escogido otras opciones de diseño, esta es la más adecuada respecto distribución de espacios, fines productivos y optimización de la estructura.

En el plano 2 del capítulo V del proyecto se muestra imagen de arquitectura de la nave.

iii. Distribución de espacios

Se definen los espacios y sus tamaños, así como su distribución en la ilustración.

Espacio	Superficie (m2)
Oficina	382.73
Línea principal A	1503.00
Taller A	1097.43
Almacén ala A	197.55
Taller de pintura	400.61
Línea principal B	1489.72
Taller B	1099.68
Almacén ala B	197.51
Taller de reparación	400.60

Tabla 2. Tabla de superficies

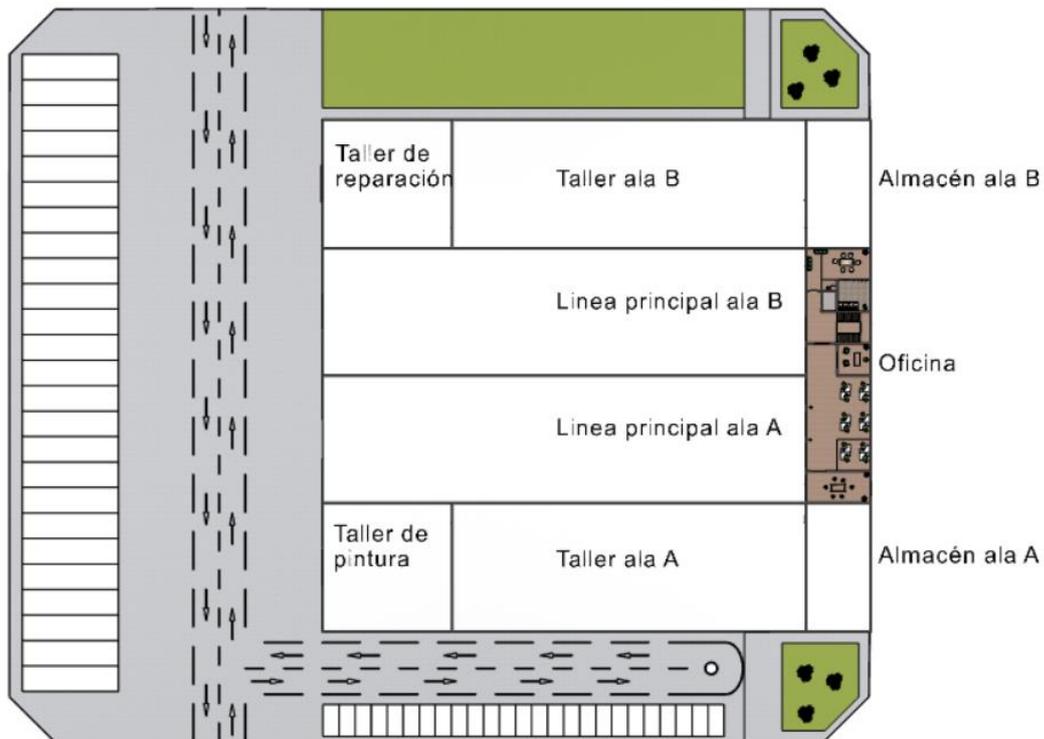


Ilustración 3. Distribución de espacios

Se puede observar también cómo se utiliza el espacio exterior para los usos requeridos.

iv. Uso característico del edificio y su entorno

El edificio está preparado para estar conectado entre si cada recinto y que haya flujo de transporte de materiales desde los talleres a las líneas principales de producción. Para ello se hará uso de carretillas elevadoras en los talleres y puentes grúas incorporadas en la estructura para las líneas principales.

Por otro lado, el acceso desde el exterior será dispuesto de la manera más adecuada para que los vehículos se eviten en la mayor parte de su movimiento. Por un lado, habrá accesos únicos en los laterales del edificio para aproximar la materia prima a los talleres y, por otro lado, se dispone de un gran espacio dentro del terreno en la parte trasera de la nave donde podrán circular los camiones que salen y los que entran de las líneas principales, el taller de pintura y el de reparación. La parte trasera de la parcela cuenta con dos accesos al exterior con vías de entrada y salida. Y todo el recinto es colindante con vía urbana de tránsito de vehículos.

Debido al espacio disponible, se hará uso de una parte de él para aparcamiento de los vehículos de traslado de los trabajadores.

VIII. Sistema estructural

Se especifican los datos y suposiciones iniciales, métodos empleados, el programa de requerimientos y soluciones adoptadas para todo el sistema estructural, junto con las propiedades de los materiales involucrados.

Procedimientos y métodos empleados para todo el sistema estructural

El proceso de cálculo estructural se divide en cuatro etapas: en primer lugar, se determinan las condiciones de diseño; en segundo lugar, se establecen las acciones; en tercer lugar, se realiza el análisis estructural; y finalmente, se dimensiona la estructura.

Los métodos de verificación utilizados son el Estado Límite Último para evaluar la resistencia y estabilidad, y el Estado Límite de Servicio para evaluar la funcionalidad. Para obtener información más detallada, se recomienda consultar la Memoria de Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación, secciones SE 1 y SE 2.

i. Datos e hipótesis de partida

Se deberán tener en cuenta a la hora de realizar el análisis estructural las siguientes hipótesis de carga:

Acciones permanentes

Peso propio	Sistema envolvente	Panel sándwich cubierta tapajuntas	0.19 kN/m ² ³
	Estructura metálica	Vigas de acero laminado S275	Se especifica los kg en la tabla de mediciones.
		Vigas de acero conformado S235	Se especifica los kg en la tabla de mediciones.
Placas solares	Se prevé una instalación de placas solares fotovoltaicas, por lo que se cuenta con su peso para las hipótesis de carga.		0.15 kN/m ² ⁴

Tabla 3. Acciones permanentes de la estructura

³ Este dato se obtiene del catálogo de IRON LUX del modelo GMPANEL (PF) TAPAJUNTAS 2G (80). Se ubicará un panel en cada vano apoyado en las vigas de cubierta.

⁴ Se ha realizado una búsqueda entre diferentes fabricantes de placas solares y se ha escogido un peso medio sobredimensionado para la instalación, teniendo en cuenta que no se conoce el valor exacto de la futura instalación fotovoltaica. Se debe tener en cuenta que el peso medio es de un valor de 0.11 kN/m² como se observa en las fichas técnicas de diferentes referencias.

Acciones variables

Sobrecarga de uso (Según CTE)

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado.

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

Tabla 4. Categorías de uso CTE

B. Zonas administrativas

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

Sobrecarga de uso prevista para zona de oficinas.

Se tiene en cuenta que el mantenimiento no se realizara al mismo tiempo que ocurre un estado desfavorable para el edificio.

2 kN/m²

0.4 kN/m²

Tabla 5. Acciones variables, sobrecarga de uso

Puente grúa

Se ha previsto la disponibilidad de puente grúa en las naves destinadas a la línea de producción principal. Cada una de estas naves contará con un puente grúa. Para ello, se ha realizado un cálculo y dimensionamiento de vías basado en la ficha técnica⁵ proporcionada por el proveedor de la grúa, considerando diversas hipótesis. Se han tenido en cuenta la situación más desfavorable en cuanto a la estructura de soporte para los puentes grúas.

Datos técnicos

Peso grúa	Velocidades			Capacidad de elevación
	Transl. grúa	Transl. del carro	Elevación	
8730 kg	10/40 m/min	5/20 m/min	0.8/5 m/min	12.5 T

Tabla 6. Acciones variables, puente grúa

Viento

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

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

q_b : Presión dinámica del viento. Valor que depende del emplazamiento geográfico de la obra.

c_e : Coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

c_p : Coeficiente de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie.

Datos técnicos

Emplazamiento geográfico	Grado de aspereza	Forma
Alicante	Grado de aspereza IV: Zona industrial.	Cubierta a dos aguas

Tabla 7. Acciones variables, viento

⁵ Ficha técnica adjunta en los anejos.

Nieve

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

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

$$q_n = \mu \times s_k$$

μ : Coeficiente de forma de la cubierta.

s_k : Valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal, en kN/m²

De acuerdo con el apartado 3.5.3.4 del CTE DB SE AE, Se tendrán en cuenta las posibles distribuciones asimétricas de nieve, debidas al transporte de la misma por efecto del viento, reduciendo a la mitad el coeficiente de forma en las partes en que la acción sea favorable.

Datos técnicos

Emplazamiento geográfico	Altitud topográfica	Zona de nieve⁶
Alicante	5 metros	Zona 5

Tabla 8. Acciones variables, nieve

⁶ Según figura E.2 de CTE DB SE AE.

ii. Análisis estructural

Pórtico inicial

La estructura está completamente formada por vigas y pilares de acero y tiene un total de 17 pórticos.

El análisis estructural se empieza diseñando un pórtico base en el cual se definen las dimensiones. La altura del pórtico es de 10 metros y de 8 metros en el alero. La medida de la luz es de 20 metros. Las dimensiones son requeridas para la manipulación del producto en esta industria.

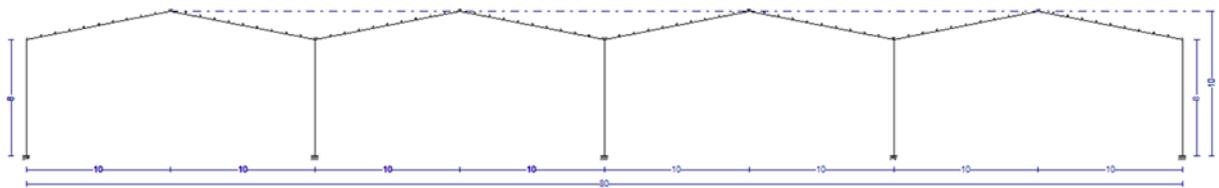


Ilustración 4. Pórtico inicial

Correas de cubierta

Con el prototipo de la estructura ya definido se calculan las correas que van en la cubierta. Las correas de cubierta en una estructura de acero desempeñan un papel fundamental al proporcionar soporte estructural y distribuir las cargas de la cubierta de manera uniforme a lo largo de la estructura. Además, las correas de cubierta contribuyen a la estabilidad general de la estructura al resistir los esfuerzos horizontales causados por el viento trabajando en conjunto con otros elementos estructurales para brindar resistencia y rigidez al edificio en su conjunto.

Para ello se le aplica a la estructura las acciones permanentes y de las acciones variables, se le aplica viento, nieve y la carga por hipótesis de uso de la cubierta G1.

Características técnicas para el dimensionamiento de las correas

Límite de flecha	L/300, según CTE DB SE apartado 4.3.3.1 la flecha relativa debe ser menor que este valor para todos los casos de cubierta suficientemente rígida que no contenga tabiques frágiles o pavimentos rígidos con juntas.
Número de vanos	Las correas estarán apoyadas cada dos vanos debido a las siguientes razones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ La máxima longitud que es posible transportar por carretera es 12 metros. Y por el tamaño de los vanos, podrían ser de 5 metros, de 10 metros o de 15 metros. Por lo que el de 15 metros no es posible sin tomar medidas extras. ▪ La flecha máxima será menor en este caso, dando lugar a un dimensionamiento más óptimo y económico. ▪ Disminución de los esfuerzos al repartir la carga entre más apoyos.

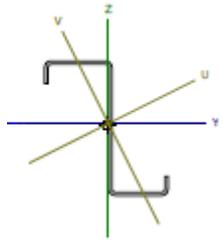
Tipo de fijación	Fijación rígida. Debe evitarse desplazamientos innecesarios.
Tipo de perfil	ZF
	
	<p>En el caso de cubiertas inclinadas, al no coincidir las cargas gravitatorias con ninguno de los ejes principales de las correas, estas estarán solicitadas a flexión esviada.</p> <p>Por ello, se va a hacer uso de este tipo de perfil ya que sus ejes principales no coinciden con sus caras, lo que modifica el ángulo de inclinación de la acción exterior, reduciendo sensiblemente la componente lateral de la carga. Reduciendo la carga, se reduce el momento flector.</p>
Separación	<p>Se fija una separación entre correas de un metro.</p> <p>Este dato se debe a que el panel sándwich va a estar sujeto a ellas y permitirá un anclaje adecuado. Además, con el uso de paneles fotovoltaicos, estos son de 1mx2m, por lo que las largueras coincidirán con las correas.</p>
Tipo de acero	Acero conformado S235

Tabla 9. Correas

Estructura completa

Una vez determinadas las correas, se procede a dimensionar la estructura completa. La estructura está completamente compuesta por vigas de acero laminado S275. Según necesidades, hay diferentes perfiles para cada parte. En la siguiente ilustración se observa el diseño completo de la estructura.

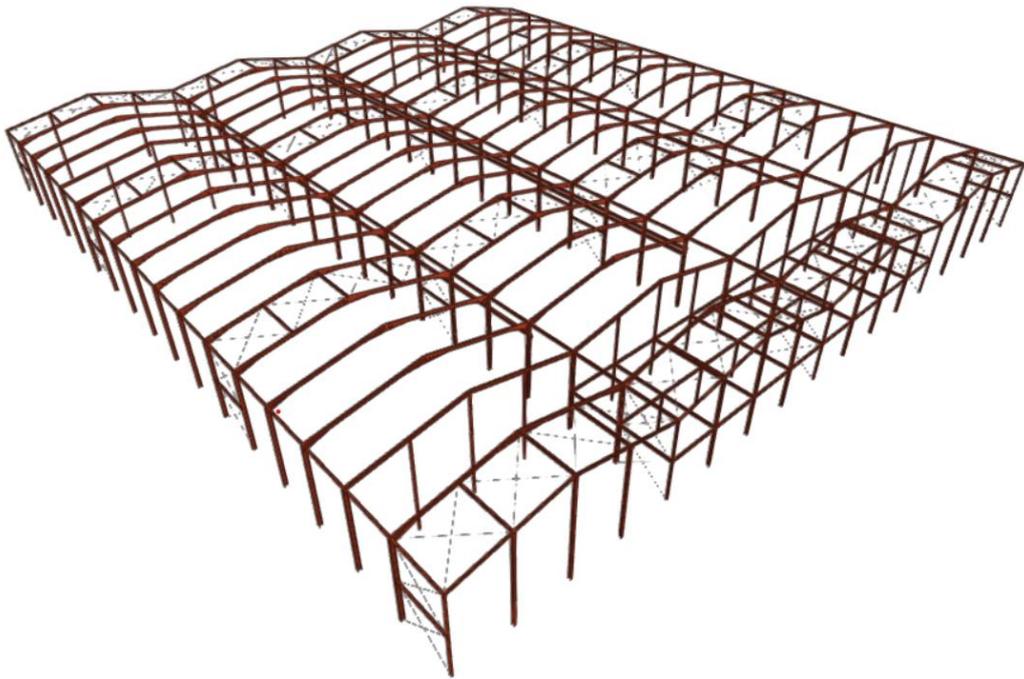


Ilustración 5. Estructura metálica completa

En la ilustración no se observan las correas, pero si están incluidas en la estructura.

Según la separación de espacios, hay diferentes pórticos. No son los 18 iguales como se observa. A continuación, la imagen de los diferentes tipos de pórtico:

Pórtico 1



Pórtico 2



Pórtico intermedio



Pórtico 14



Pórtico 18



Tabla 10. Diferentes pórticos de la estructura

Para poder dimensionar, se le aplican todas las hipótesis de carga especificadas anteriormente y se definen los siguientes parámetros para cada tipo de uso de las vigas:

Características técnicas para el dimensionamiento de las vigas

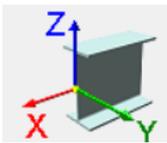
Pilar

Para el caso de pilares, se escoge el perfil HEA que ofrece robustez a la vez que estabilidad en todos sus lados siendo un perfil ligero.



Se ha buscado arriostrar los pilares en su eje más desfavorable, que es el perpendicular al alma. Por lo que la orientación en los pilares de fachada está a 90 grados respecto a los pilares que no son de fachada. También

teniendo en cuenta que en el otro eje del pilar tendrá más estabilidad frente a las acciones. Todos los parámetros se escogen para sobredimensionar la estructura por seguridad.

Pandeo		Descripción nudos
		
Plano XY	Plano XZ	
$\beta = 0.5$	$\beta = 1.2$	
<p>Se tiene en cuenta que los pilares estarán arriostrados en este plano por muros prefabricados.</p> <p>Pero en el caso de los cuatro pilares que hay en cada esquina, se les determina el pandeo con un valor $\beta = 1.2$ debido a que no están arriostrados en ningún lado.</p>	<p>Teniendo en cuenta que esta empotrado al suelo y unido a la estructura por el otro extremo, según Tabla 6.1 de CTE DB SE A, debería ser $\beta = 0,5$ pero en la realidad, se sobredimensiona para tener en cuenta otros aspectos que puedan afectar al pilar, como es el desplazamiento de la cubierta en su conjunto.</p>	<p>El pilar esta empotrado al terreno y unido a las vigas de cubierta de manera que se evita el movimiento y rotación en los tres ejes.</p>

Vigas de cubierta

La elección del perfil IPE se basa en su alta inercia a flexión en el plano yy en comparación con el plano zz. Esta selección se debe a que se busca que el perfil pueda soportar los esfuerzos principalmente en dicho plano, mientras que en el otro plano los esfuerzos serán significativamente menores.

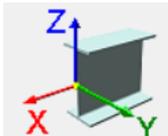
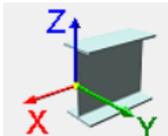
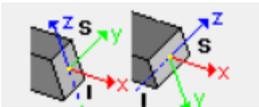
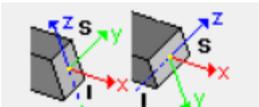


Se da por hecho que en el plano XY las vigas quedan arriostradas en construcción debido a la unión con las correas del ala superior y al ala inferior con tornapuntas.

Importante: las vigas de perfil IPE que no estén sobre pilares entre luz contarán con la adicción de cartelas para evitar momento flector que se crea en los extremos de la viga.

Las cartelas son de un valor de 2 metros y se sitúan tanto al inicio como al final de la viga.



Pandeo		Pandeo lateral		Descripción nudos
				
Plano XY	Plano XZ	Ala superior	Ala inferior	
$\beta = 0.5$	$\beta = 1.2$	$L_b = 1 \text{ m}$	$L_b = 2 \text{ m}$	
Ya que se considera que las correas y paneles sándwich van a reducir el efecto de pandeo en este plano arriostrando. Pero en el caso de las vigas de los pórticos de fachada tanto frontal como trasera, se les determina el pandeo con un valor $\beta = 0.7$ debido a que tienen más libertad de movimiento al estar expuesto en más caras.	Teniendo en cuenta el tipo de unión en los extremos, según Tabla 6.1 de CTE DB SE A, debería ser $\beta = 0,5$ pero en la realidad, se sobredimensiona para tener en cuenta otros aspectos que puedan afectar a la viga.	El valor de un metro se debe a que el ala superior unida a las correas, las cuales están separadas cada metro, así evitando una torsión innecesaria del ala superior.	El valor de dos metros se debe a la misma razón que el ala superior, pero teniendo en cuenta que esta conexión con las correas será mediante tornapuntas y será una de cada dos correas.	

Vigas de atado Las vigas de atado son elementos estructurales esenciales para proporcionar estabilidad y resistencia ante cargas laterales en una construcción. Su uso adecuado contribuye a la integridad estructural y garantiza la seguridad y durabilidad de la edificación.

Su disposición es en los extremos de los pórticos y allá donde hay cruces de San Andrés.

El perfil escogido es IPE, con las mismas razones que las vigas de cubierta. Cargas por el plano más desfavorable no van a tener, ya que además las vigas están articuladas por ambos extremos.

En este caso el pandeo es considerado $\beta = 1$ en ambos planos, ya que son barras biarticuladas.

Tabla 11. Parámetros vigas

Cruces de San Andrés

Las cruces de San Andrés son elementos estructurales utilizados para reforzar y proporcionar resistencia en una estructura. Su objetivo principal es aumentar la estabilidad frente a cargas perpendiculares a los pórticos y la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas laterales, evitando el colapso o daño estructural.

Se modelan como elementos lineales de tipo cable.

Los tensores escogidos para esta función son de perfil redondo macizo.

Puente grúa

El puente grúa en las dos líneas principales se instala encima de dos vigas carrileras que deben ser calculadas. Para ello se han calculado varias hipótesis teniendo en cuenta que el fabricante indica en la ficha técnica la representación de las fuerzas dinámicas en estáticas para el caso más desfavorable.

Las vigas carrileras tienen un perfil HEB. Estas vigas tienen una longitud de 65 metros y están apoyadas a otras vigas empotradas a los pilares. Las vigas que aguantan la viga carrilera son de perfil IPE y deben mantener la viga de la grúa estable. Estas vigas deben de tener límites más exigentes debido a su uso concreto.

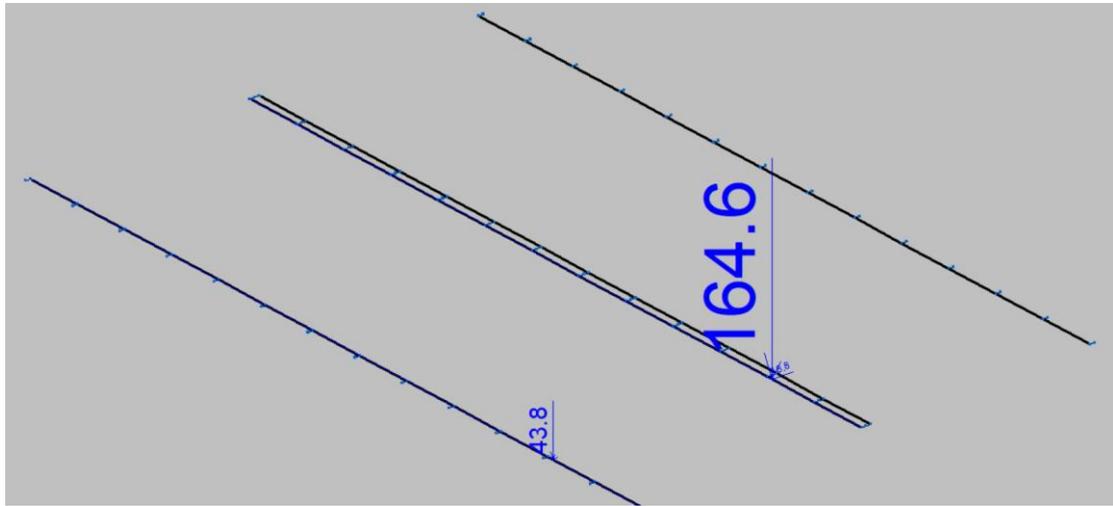
Flecha máxima relativa	
Plano XY	Plano XZ
L/500	L/500

Tabla 12. Flecha viga carrilera

El caso más desfavorable es la situación de traslación de grúa con la carga en un extremo. Y dentro de las hipótesis de carga desfavorable, siendo el mismo valor de las fuerzas a aplicar se han diferenciado diversas situaciones:

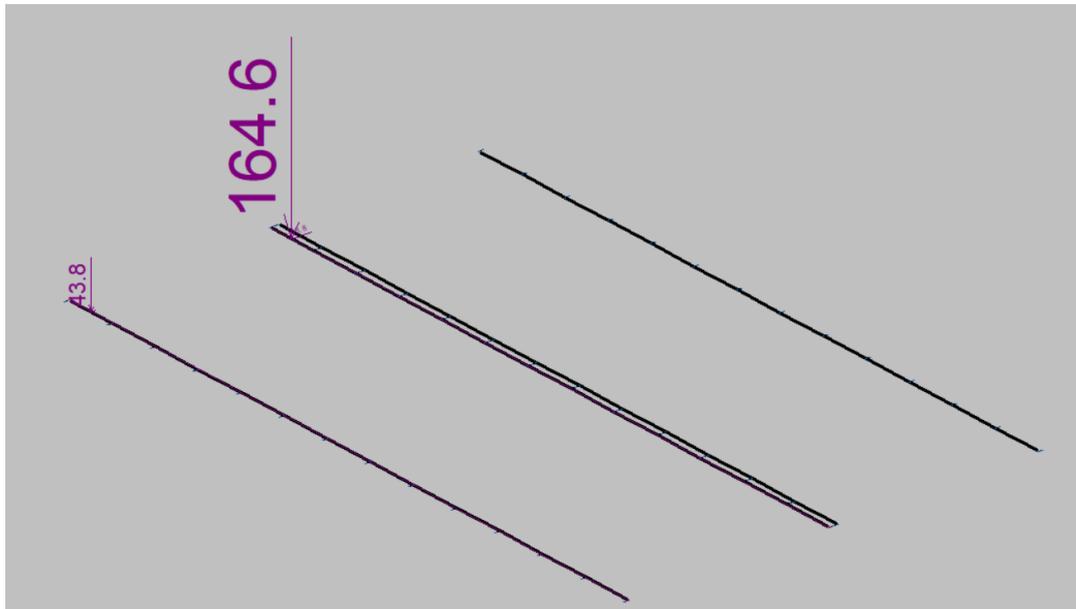
Situación 1

La grúa está levantando el peso máximo en el lado interior de la nave principal A. Y se está comprobado el efecto cortante al lado de los apoyos. Translación en dirección al pórtico frontal.



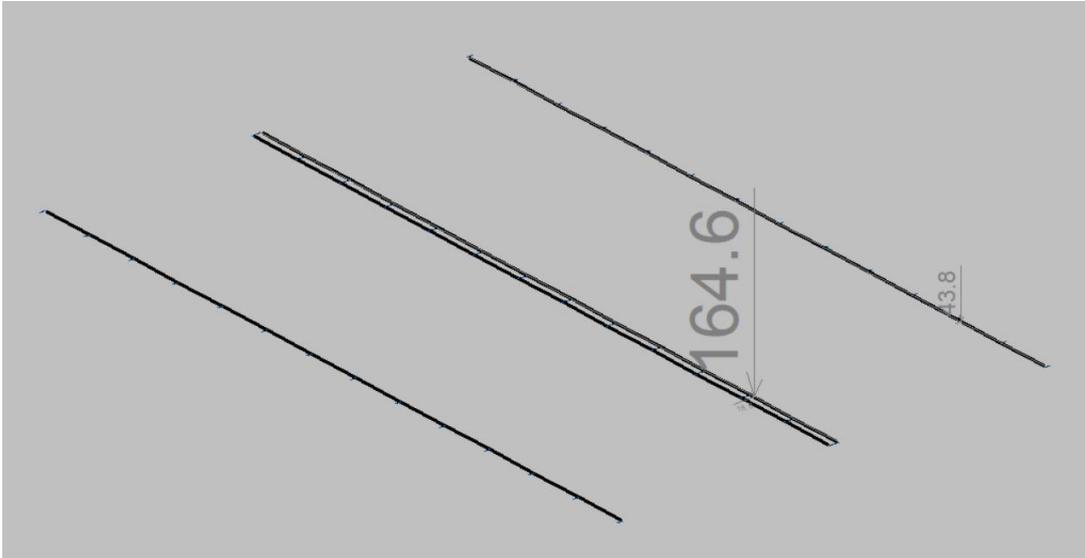
Situación 2

La grúa está levantando el peso máximo en el lado interior de la nave principal A. Y se está comprobado el efecto cortante en medio de los apoyos. Translación en dirección al pórtico trasero.



Situación 3

La grúa está levantando el peso máximo en el lado interior de la nave principal B. Y se está comprobado el efecto cortante al lado de los apoyos. Translación en dirección al pórtico frontal.



Situación 4

La grúa está levantando el peso máximo en el lado interior de la nave principal B. Y se está comprobado el efecto cortante en medio de los apoyos. Translación en dirección al pórtico trasero.

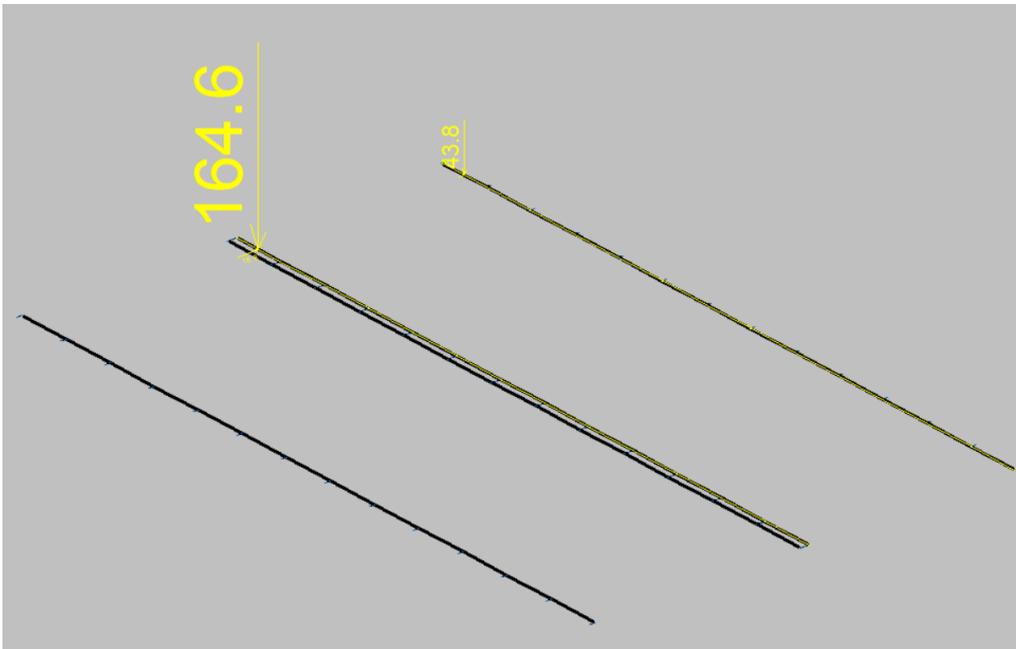


Tabla 13. Hipótesis grúa

No se aprecia en las imágenes, pero también hay una fuerza aplicada de manera longitudinal a la barra que representa la aceleración y el frenado. En el anejo de cálculo del puente grúa se puede ver en detalle la procedencia de los valores de cálculo.

Las hipótesis de carga dentro de la misma nave son incompatibles, pero sin embargo sí que lo son entre las diferentes naves. De esta manera se puede observar cómo se comporta la estructura ante el movimiento de las grúas con carga en diferentes situaciones.

Planta de oficina

La entreplanta de la oficina está a una altura de cuatro metros y ocupa un total de 200 metros cuadrados. Para ello se han utilizado barras de perfil IPE. Todas las vigas están interconectadas entre sí, formando una red que proporciona soporte al forjado que se colocará encima. Para este caso se cumple que la flecha no supera $L/400$ debido a que va a contener un tabique ordinario.



Ilustración 6. Estructura de la oficina

Cimentación

La cimentación tiene la función de transferir las cargas de la estructura al terreno y se resuelve mediante zapatas individuales de hormigón armado conectadas entre sí mediante vigas de unión. Estas zapatas se construyen utilizando hormigón armado HA-30, $Y_c=1.5$, mientras que el acero utilizado para las armaduras es acero B500S, $Y_s 1.15$.

La forma de las zapatas es rectangular y está centrada para todos los pilares excepto los frontales que, al estar en el límite del terreno, son excéntricos. Se ha escogido forma rectangular debido a su gran resistencia frente a momentos flectores.

Las vigas de unión se dividen en dos, por un lado, las vigas centradoras que proporcionan estabilidad y rigidez al sistema estructural en general y por otro lado las vigas de atado que se

utilizan para unir y transmitir cargas entre las zapatas, son utilizadas cada una donde corresponda, es decir, en función de la necesidad de las zapatas se utilizarán unas u otras.

El material de las vigas de unión también es acero B500S, Ys 1.15.

Para el diseño de la cimentación, se han considerado las hipótesis de carga que afectan a esta estructura y se han verificado las tensiones en el terreno.

Tensión admisible del terreno en condiciones normales	Tipo de terreno
0.196 MPa ⁷	Arena semidensa ⁸

Tabla 14. Parámetros del terreno

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.

Como estado límites últimos debe considerarse:

- Pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido.
- Fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales.

Y como estados límites de servicio aquellos que afecten a la apariencia o al bienestar de las personas.

iii. Cumplimiento del CTE

El cumplimiento de la normativa Código Técnico de la Edificación (CTE) se fundamenta en la realización de verificaciones relativas a los Estados Límites Últimos (ELU), tal como se ha expuesto previamente. En esta sección, se procederá a detallar cuáles son estas verificaciones y la metodología empleada para llevar a cabo dichas comprobaciones.

A cada barra se aplicarán o no todas las verificaciones en función de la normativa. Se especifica el cálculo de las verificaciones en el anejo de cálculo de la estructura.

Limitación de esbeltez⁹

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0. En el caso de las barras de arriostramiento traccionadas no deberá superar el valor de 4.0.

⁷ De acuerdo con Criterio de CYPE Ingenieros, se ha tomado este dato de tensión admisible del terreno en condiciones normales para arena semidensa.

⁹ CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3

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

Donde:

- Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección
- A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
- f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
- N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida¹⁰

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- h_w : Altura del alma.
- t_w : Espesor del alma.
- A_w : Área del alma.
- $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
- k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
- E : Módulo de elasticidad.
- f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Resistencia a tracción¹¹

Se debe satisfacer:

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

Donde:

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

¹⁰ Criterio de CYPE, basado en: euro código 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8

¹¹ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3

- $N_{t,Rd}$: Resistencia de cálculo a tracción.

Resistencia a compresión¹²

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.
- $N_{c,Rd}$: Resistencia de cálculo a compresión.

Resistencia a flexión eje Y¹³

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.
- $M_{c,Rd}$: Momento flector resistente de cálculo.

Resistencia a flexión eje Z¹⁴

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.
- $M_{c,Rd}$: Momento flector resistente de cálculo.

Resistencia a corte Z¹⁵

Se debe satisfacer:

¹² CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5

¹³ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6

¹⁴ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6

¹⁵ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4

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

Donde:

- V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.
- $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

Resistencia a corte Y¹⁶

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.
- $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados¹⁷

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.
- $M_{V,Rd}$: Momento flector resistente de cálculo.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados¹⁸

Se debe satisfacer:

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

Donde:

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

¹⁶ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4

¹⁷ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8

¹⁸ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8

- $M_{V,Rd}$: Momento flector resistente de cálculo.

Resistencia a flexión y axil combinados¹⁹

Se debe satisfacer:

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

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

Donde:

- $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.
- $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.
- Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.
- $N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.
- $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.
- $M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.
- $M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados²⁰

Se debe satisfacer:

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

En todos los casos el esfuerzo cortante solicitante V_{Ed} es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente $V_{c,Rd}$, por lo que se utiliza la fórmula de flexión compuesta sin cortante.

Donde:

- $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.
- $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

¹⁹ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8

²⁰ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8

- Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.
- $N_{V,Rd}$: Axil resistente de cálculo reducido.
- $M_{V,Rd,y}$, $M_{V,Rd,z}$: Momentos flectores resistentes de cálculo reducido.

Resistencia a torsión²¹

Se debe satisfacer:

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

Donde:

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

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados²²

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.
- $V_{pl,T,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados²³

Se debe satisfacer:

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

Donde:

- V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.
- $V_{pl,T,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido.

²¹ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7

²² CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8

²³ CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8

iv. Mediciones

Medición de correas

Tipo de perfil	Tipos de correas	Número de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
ZF-120x3.0	Correas de cubierta	88	518.29	0.06

Tabla 15. Medición de correas

Medición de barras

Material		Serie	Perfil	Superficie unitaria (m ² /m)	Longitud		Superficie (m ²)
Tipo	Designación				Perfil (m)	Serie (m)	
			HE 180 A	1.050	272.000		285.600
			HE 300 A	1.763	640.000		1128.320
			HE 240 A	1.405	184.000		258.520
		HEA				196.000	
			IPE 240	0.948	163.169		154.619
			IPE 330, simple con cartelas	1.537	1182.973		1818.240
			IPE 330	1.285	122.376		157.254
			IPE 270	1.067	982.400		1048.024
		IPE				2450.918	
			R 23.6	0.074	1426.353		105.752
		R				1426.353	
			HE 260 B	1.540	260.000		400.400
		HEB				260.000	
Acero laminado	S275						5233.270
							5356.728

Tabla 16. Medición barras, superficie

Medición de barras

Material		Serie	Perfil	Volumen			Peso	
Tipo	Designación			Perfil (m ³)	Perfil (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)
			HE 180 A	272.000			9672.46	
			HE 300 A	640.000			56520.00	
			HE 240 A	184.000			11092.99	
		HEA			196.000			77285.45
			IPE 240	163.169			5008.22	
			IPE 330, simple con cartelas	1182.97 3			69025.17	
			IPE 330	122.376			6013.70	
			IPE 270	982.400			35397.35	
		IPE			2450.918			115444.43
			R 23.6 3	1426.35 3			4897.91	
		R			1426.353			4897.91
			HE 260 B	260.000			24165.44	
		HEB			260.000			24165.44
Acero laminado	S275					5233.270		221793.23

Tabla 17. Medición barras, volumen y peso

Medición de zapatas						
Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Total	Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Ø20		HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N1 y N12		2x119.46		238.92	2x2.91	2x0.53
Referencias: N3 y N9		2x248.25		496.50	2x5.89	2x0.84
Referencia: N6		307.30		307.30	7.21	0.96
Referencias: N15, N26, N73, N76, N79, N87, N93, N157, N160, N163, N171 y N177		12x317.72		3812.64	12x7.68	12x1.02
Referencias: N17, N23, N90, N174, N227, N230 y N233		7x383.68		2685.76	7x9.25	7x1.16
Referencias: N20, N29, N31, N37, N40, N43, N45, N48, N51, N54, N71, N82, N85, N96, N99, N101, N107, N110, N113, N115, N121, N124, N127, N129, N135, N138, N141, N143, N149, N152, N155, N166, N169, N180, N183, N185, N191, N194, N197, N199, N205, N208, N225 y N236		44x257.31		11321.64	44x6.30	44x0.90
Referencias: N34 y N62	2x162.71			325.42	2x4.06	2x0.68
Referencias: N57, N68, N211 y N222		4x140.62		562.48	4x3.17	4x0.58
Referencias: N59, N65, N104, N118, N132, N146, N188 y N202	8x217.40			1739.20	8x5.10	8x0.78
Referencias: N213, N216 y N219	3x96.10			288.30	3x2.42	3x0.48
Referencias: N273, N275, N278, N280, N301, N302, N306 y N307	8x31.64			253.12	8x0.79	8x0.23
Referencias: N276, N281, N299, N304, N311 y N316	6x68.38			410.28	6x1.62	6x0.36
Referencias: N283, N285, N295 y N297	4x251.59			1006.36	4x6.09	4x0.87
Referencias: N287, N289, N291 y N293		4x198.62		794.48	4x4.92	4x0.76
Referencias: N309, N312, N314 y N317	4x91.43			365.72	4x2.20	4x0.44
Referencias: N526, N527, N528, N529, N530 y N531		6x64.59		387.54	6x1.44	6x0.29
Referencia: N250		140.42		140.42	2.94	0.42
Referencias: N271 y N254		2x150.00	2x1 75.4 6	650.92	2x6.75	2x0.75
Referencias: N270 y N253		2x332.44		664.88	2x7.50	2x0.79

MEMORIA

Referencias: N268 y N256		2x3	609.18	2x6.41	2x0.71
		04.5			
		9			
Referencias: N247, N244 y N241	3x148.02	3x1	848.52	3x6.16	3x0.68
		34.8			
		2			
Referencias: N266, N263, N261 y N258	4x24.31		97.24	4x0.47	4x0.09
Referencias: N265 y N260	2x52.49		104.98	2x1.18	2x0.24
Referencia: N239	144.93		144.93	3.15	0.45
Totales	4590.62	22301.55	136	28256.73	675.44
			4.56		97.31

Tabla 18. Medición de zapatas

Medición de vigas de atado y centrado

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5 Limpieza
Referencias: C.1.1 [N528-N230], C.1.1 [N124-N110], C.1.1 [N127-N113], C.1.1 [N531-N530], C.1.1 [N527-N526], C.1.1 [N90-N76], C.1.1 [N85-N71], C.1.1 [N132-N118], C.1.1 [N15-N1], C.1.1 [N121-N107], C.1.1 [N526-N314], C.1.1 [N143-N129], C.1.1 [N17-N3], C.1.1 [N146-N132], C.1.1 [N149-N135], C.1.1 [N152-N138], C.1.1 [N317-N316], C.1.1 [N20-N6], C.1.1 [N155-N141], C.1.1 [N317-N216], C.1.1 [N316-N314], C.1.1 [N163-N149], C.1.1 [N93-N79], C.1.1 [N23-N9], C.1.1 [N76-N62], C.1.1 [N166-N152], C.1.1 [N169-N155], C.1.1 [N115-N101], C.1.1 [N531-N312], C.1.1 [N171-N157], C.1.1 [N174-N160], C.1.1 [N26-N12], C.1.1 [N177-N163], C.1.1 [N311-N309], C.1.1 [N528-N317], C.1.1 [N183-N169], C.1.1 [N71-N57], C.1.1 [N528-N527], C.1.1 [N530-N311], C.1.1 [N29-N15], C.1.1 [N113-N99], C.1.1 [N309-N216], C.1.1 [N191-N177], C.1.1 [N307-N306], C.1.1 [N68-N54], C.1.1 [N530-N529], C.1.1 [N307-N222], C.1.1 [N194-N180], C.1.1 [N31-N17], C.1.1 [N110-N96], C.1.1 [N197-N183], C.1.1 [N107-N93], C.1.1 [N96-N82], C.1.1 [N304-N219], C.1.1 [N202-N188], C.1.1 [N302-N301], C.1.1 [N62-N48], C.1.1 [N205-N191], C.1.1 [N302-N68], C.1.1 [N34-N20], C.1.1 [N104-N90], C.1.1 [N59-N45], C.1.1 [N211-N197], C.1.1 [N213-N199], C.1.1 [N297-N12], C.1.1 [N295-N9], C.1.1 [N57-N43], C.1.1 [N219-N205], C.1.1 [N37-N23], C.1.1 [N273-N211], C.1.1 [N225-N211], C.1.1 [N54-N40], C.1.1 [N227-N213], C.1.1 [N287-N3], C.1.1 [N230-N216], C.1.1 [N285-N3], C.1.1 [N233-N219], C.1.1 [N283-N1], C.1.1 [N51-N37], C.1.1 [N281-N280], C.1.1 [N40-N26], C.1.1 [N529-N309], C.1.1 [N280-N278], C.1.1 [N101-N87], C.1.1 [N48-N34], C.1.1 [N278-N57], C.1.1 [N276-N275], C.1.1 [N99-N85], C.1.1	134x6.35	134x20.70		3624.70	134x0.39

MEMORIA

[N531-N233], C.1.1 [N276-N213], C.1.1 [N43-N29], C.1.1 [N289-N6], C.1.1 [N299-N65], C.1.1 [N281-N59], C.1.1 [N275-N273], C.1.1 [N306-N304], C.1.1 [N236-N222], C.1.1 [N79-N65], C.1.1 [N188-N174], C.1.1 [N291-N6], C.1.1 [N87-N73], C.1.1 [N65-N51], C.1.1 [N129-N115], C.1.1 [N185-N171], C.1.1 [N527-N316], C.1.1 [N222-N208], C.1.1 [N45-N31], C.1.1 [N157-N143], C.1.1 [N199-N185], C.1.1 [N293-N9], C.1.1 [N160-N146], C.1.1 [N216-N202], C.1.1 [N180-N166], C.1.1 [N135-N121], C.1.1 [N82-N68], C.1.1 [N312-N219], C.1.1 [N526-N227], C.1.1 [N529-N230], C.1.1 [N73-N59], C.1.1 [N138-N124], C.1.1 [N301-N299], C.1.1 [N208-N194], C.1.1 [N141-N127], C.1.1 [N312-N311], C.1.1 [N314-N213], C.1.1 [N118-N104], C [N254-N253], C [N253-N256], C [N258-N260], C [N260-N261], C [N263-N265], C [N265-N266], C [N268-N270] y C [N270-N271]

Referencia: VC.T-1 [N225-N239]	5.31	25.21	37.50	68.02	0.41	0.08
Referencias: C [N239-N254], C [N256-N241], C [N241-N258], C [N261-N244], C [N244-N263], C [N266-N247], C [N247-N268] y C [N271-N250]	8x4.62	8x20.70		202.56	8x0.27	8x0.07
Referencia: VC.T-1 [N250-N236]	5.97	25.93	37.50	69.40	0.43	0.09
Referencia: VC.S-1 [N233-N247]	4.65	10.73	77.28	92.66	0.31	0.06
Referencias: VC.S-1 [N531-N266], VC.S-1 [N529-N263] y VC.S-1 [N526-N258]	3x8.63	3x10.57	3x76.18	286.14	3x0.71	3x0.14
Referencia: VC.T-1.1 [N530-N265]	11.28	26.96	40.21	78.45	0.63	0.13
Referencia: VC.S-1 [N230-N244]	4.65	10.80	78.07	93.52	0.31	0.06
Referencia: VC.S-1 [N528-N261]	8.63	10.57	76.18	95.38	0.71	0.14
Referencia: VC.T-1.1 [N527-N260]	11.28	27.21	41.19	79.68	0.63	0.13
Referencia: VC.S-1 [N227-N241]	4.65	10.86	78.20	93.71	0.31	0.06
Totales	970.17	3119.38	694.67	4784.22	60.55	14.84

Tabla 19. Medición de vigas de atado y centrado

v. Uniones

La norma a utilizar para el diseño de las uniones es CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión.

Para el diseño de las uniones se va a hacer uso de soldadura, chapa, tornillo y rigidizadores. El proceso de diseño se realiza en función de que los componentes de la unión y los perfiles de las piezas no interfieran entre sí, que las uniones sean ejecutables en la realidad y que los cordones de soldadura tengan espacio suficiente para ser realizados y los tornillos para su colocación y apriete.

Se va a dimensionar todo el nudo considerando los seis esfuerzos en cada extremo de barra que acomete al nudo, optimizando los componentes al conocer la forma, el comportamiento y la geometría del nudo.

Soldadura

Disposiciones constructivas:

1. Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
2. Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
3. Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
4. En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
5. Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.

Comprobaciones:

- A. Cordones de soldadura a tope con penetración total: En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- B. Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes: Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- C. Cordones de soldadura en ángulo: Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

- Tensión de Von Mises.
- Tensión normal. Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

Placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa: Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.
2. Pernos de anclaje:
 - a. Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
 - b. Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
 - c. Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

- a. Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b. Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.
- c. Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

Las uniones van a estar divididas en diferentes tipos de unión según el diseño y las barras que llegan con sus respectivos esfuerzos. A continuación, se van a mostrar todos los tipos de uniones. En el anejo de cálculos se adjunta un capítulo en el que se muestran las comprobaciones de cada tipo de unión. También se podrá observar en el capítulo de los planos el detalle para construcción y visualización de la unión.

Tipo 1

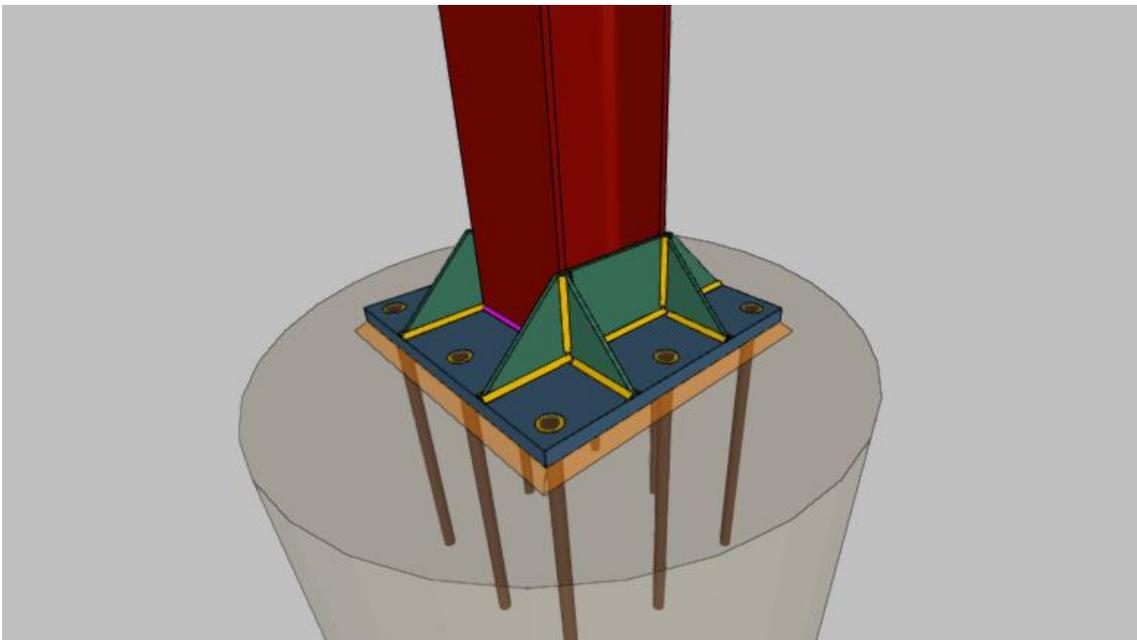


Ilustración 7. Unión tipo 1

Tipo 2

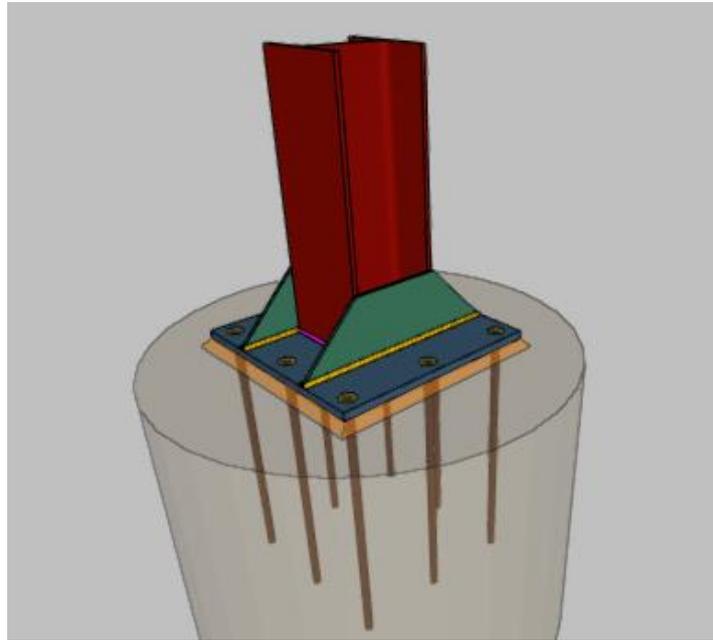


Ilustración 8. Unión tipo 2

Tipo 3

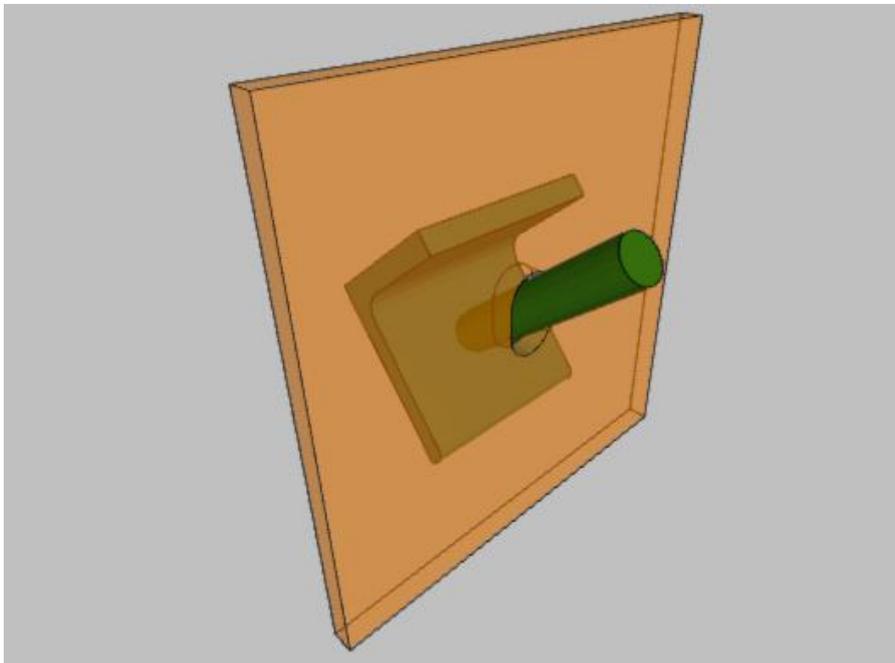


Ilustración 9. Unión tipo 3

Tipo 4

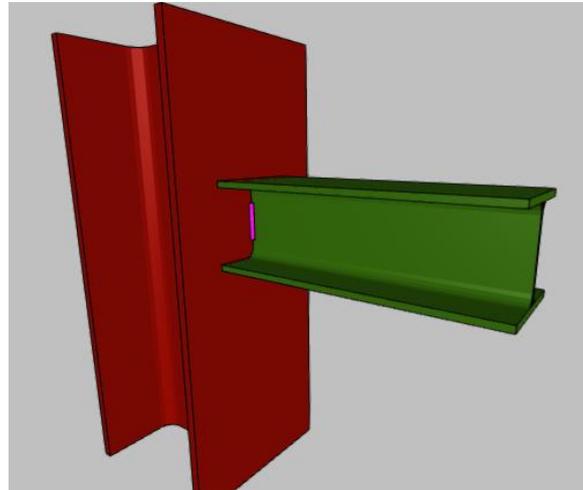


Ilustración 10. Unión tipo 4

Tipo 5

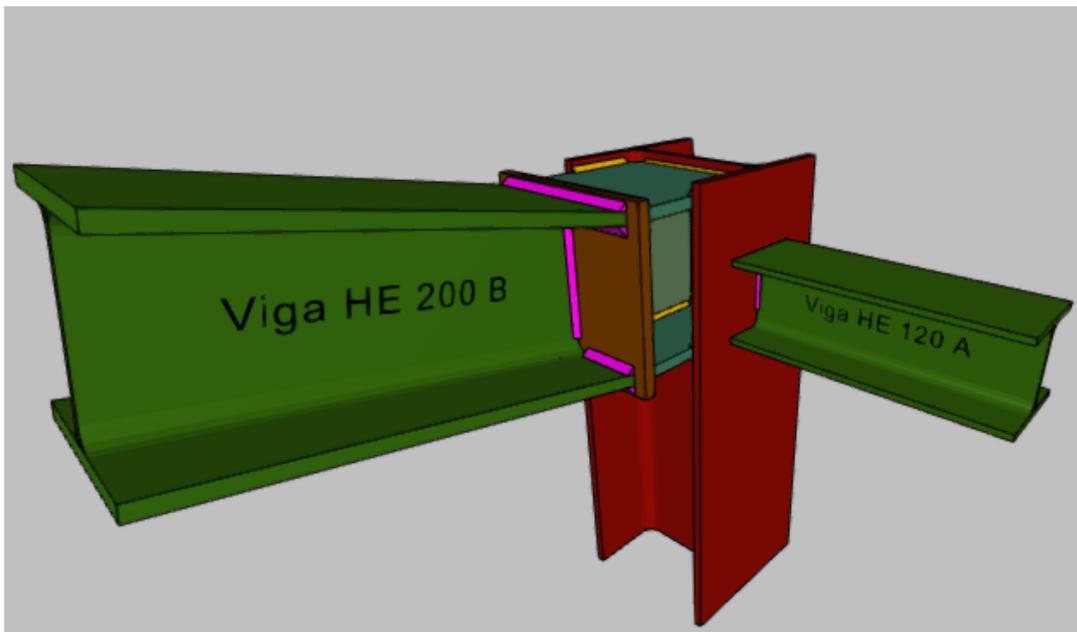


Ilustración 11. Unión tipo 5

TIPO 6

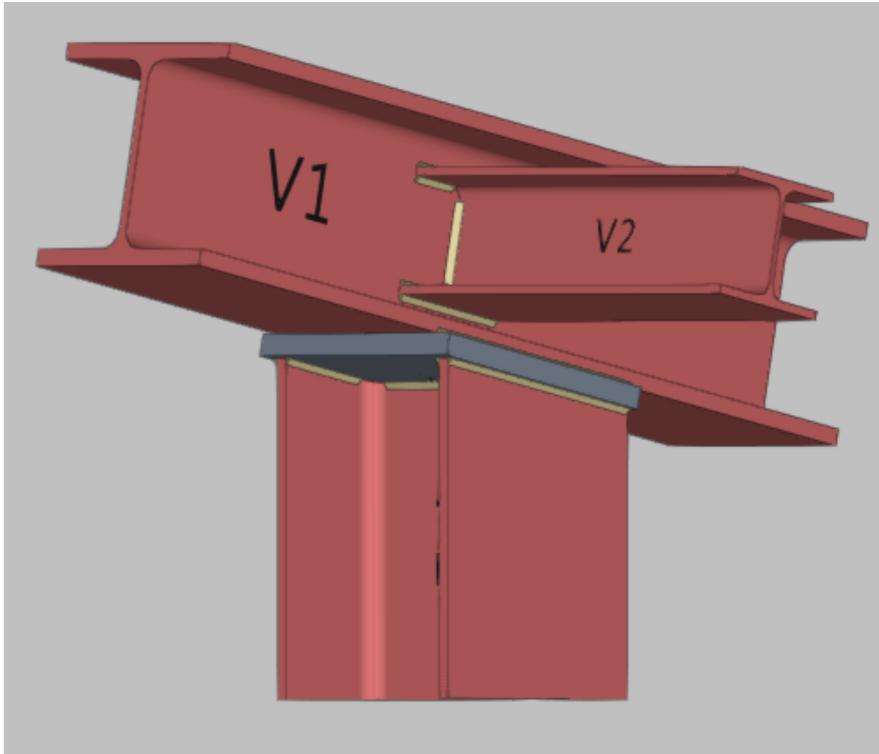


Ilustración 12. Unión tipo 6

TIPO 7

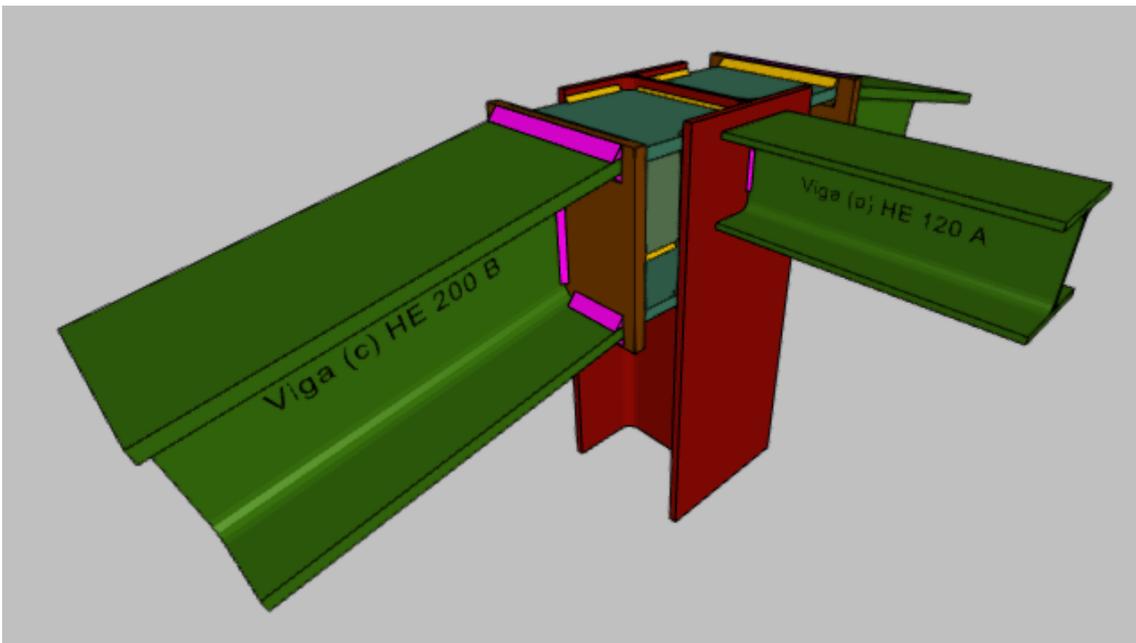


Ilustración 13. Unión tipo 7

TIPO 8

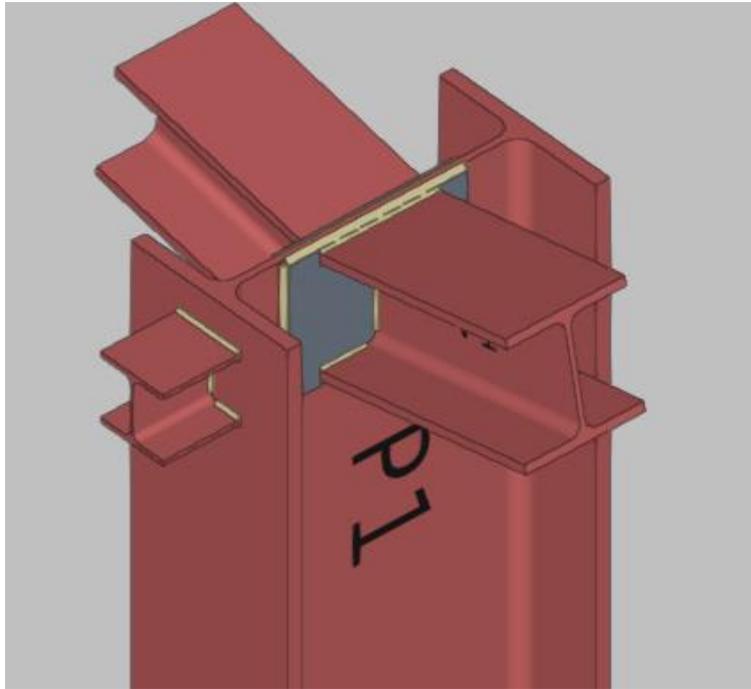


Ilustración 14. Unión tipo 8

TIPO 9

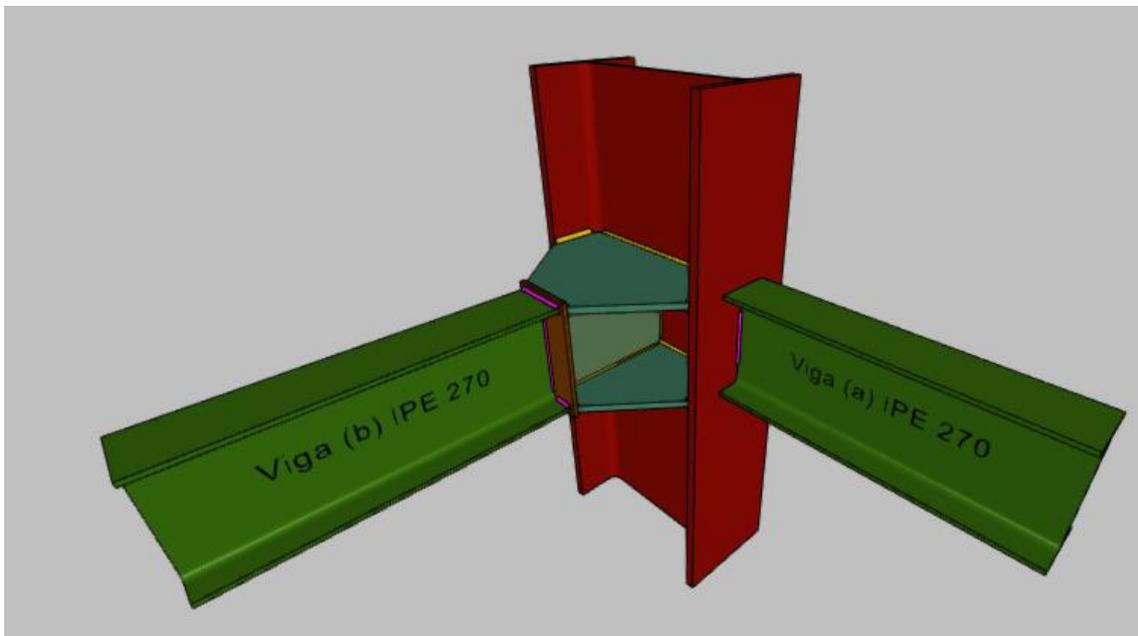


Ilustración 15. Unión tipo 9

TIPO 10

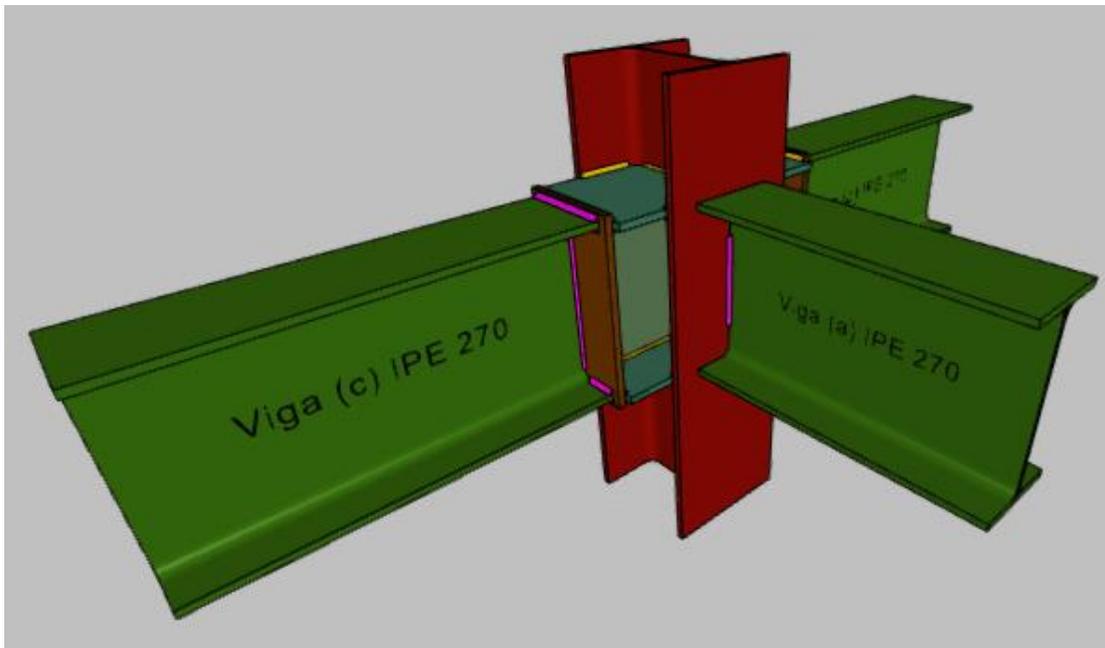


Ilustración 16. Unión tipo 10

TIPO 11

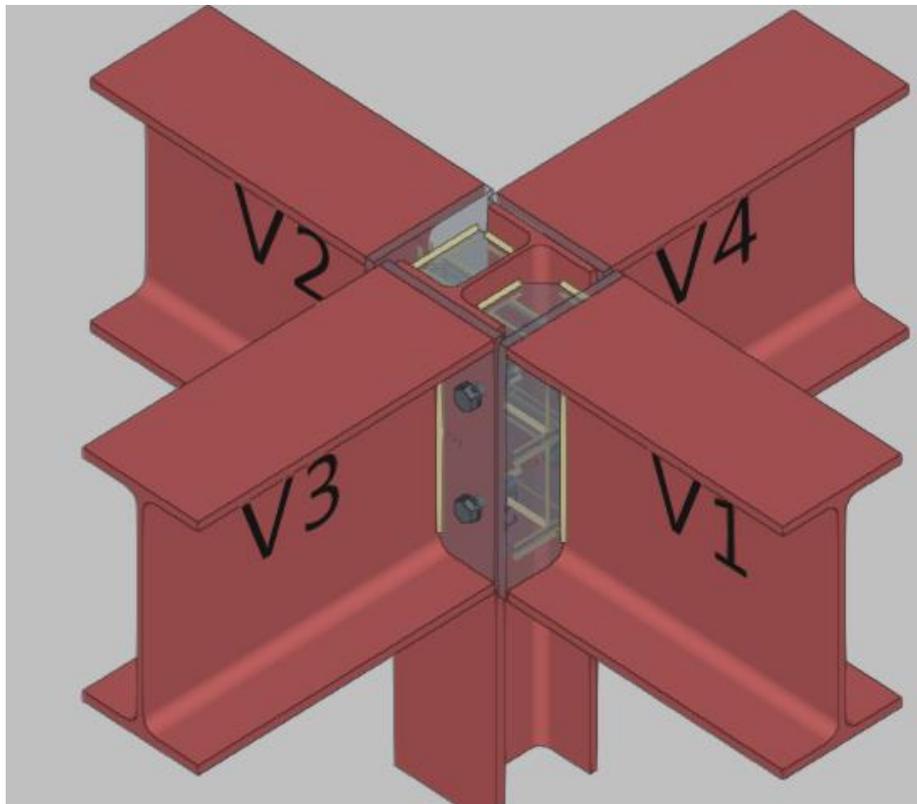


Ilustración 17. Unión tipo 11

TIPO 12

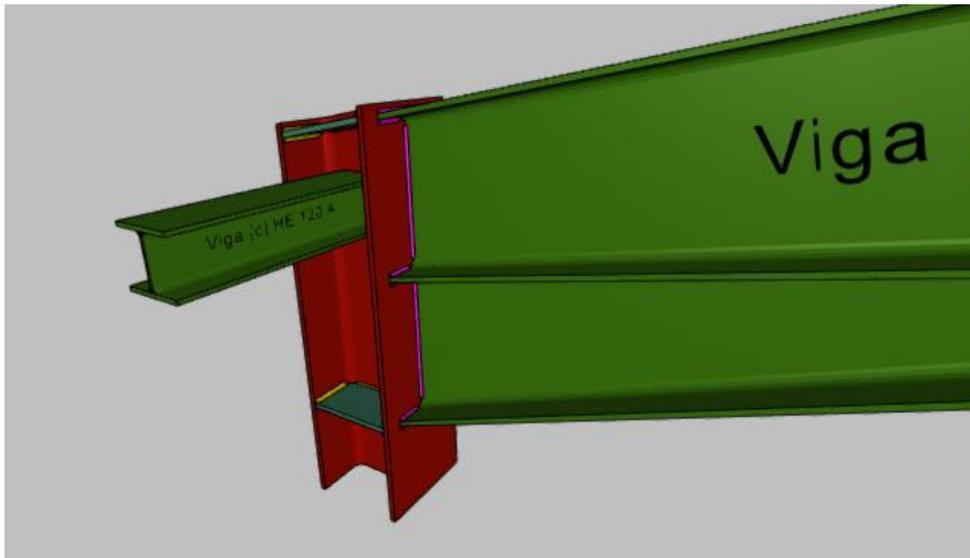


Ilustración 18. Unión tipo 12

TIPO 13

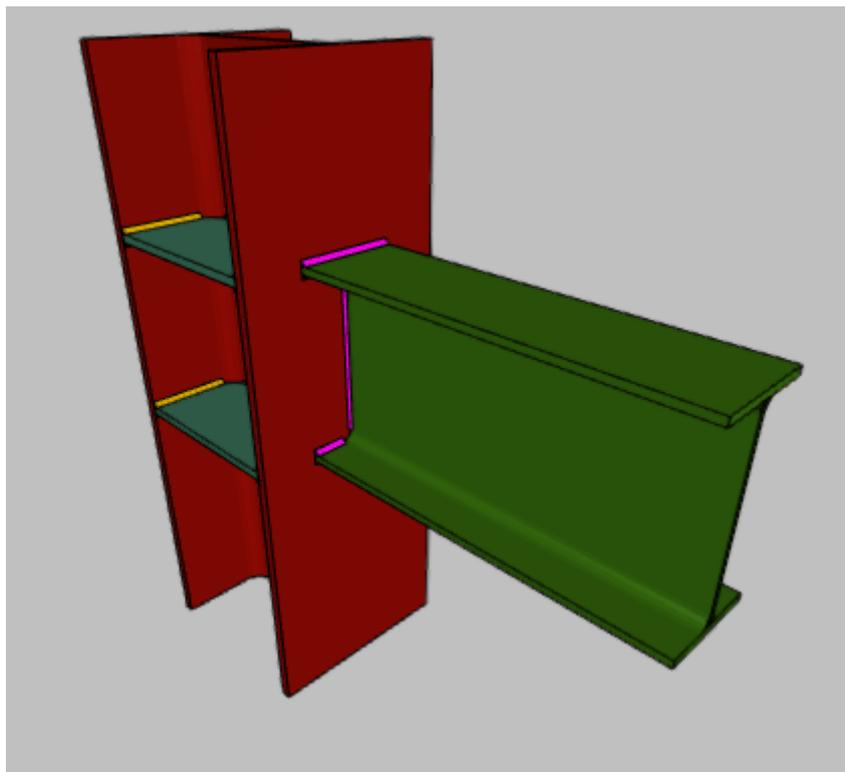


Ilustración 19. Unión tipo 13

TIPO 14

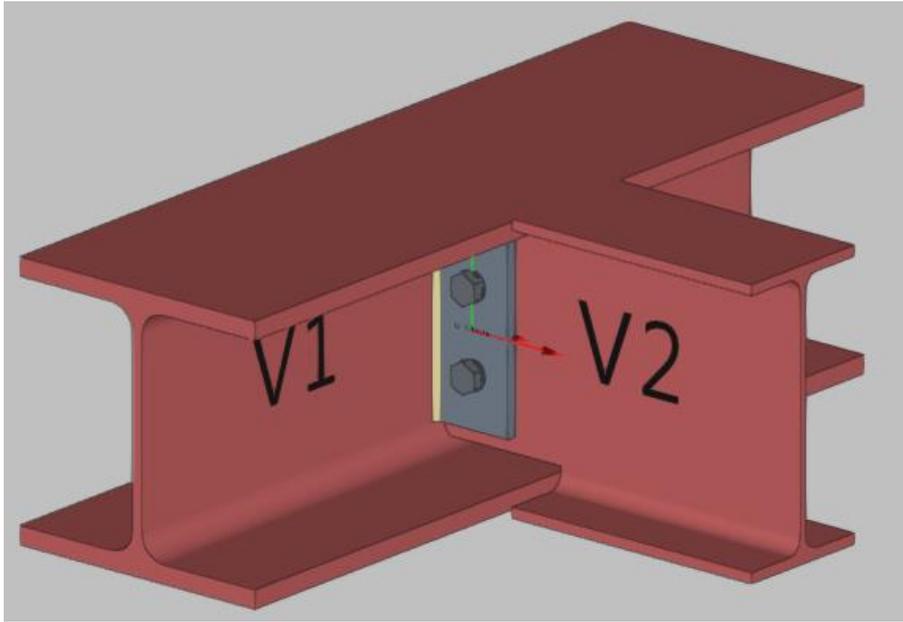


Ilustración 20. Unión tipo 14

TIPO 15

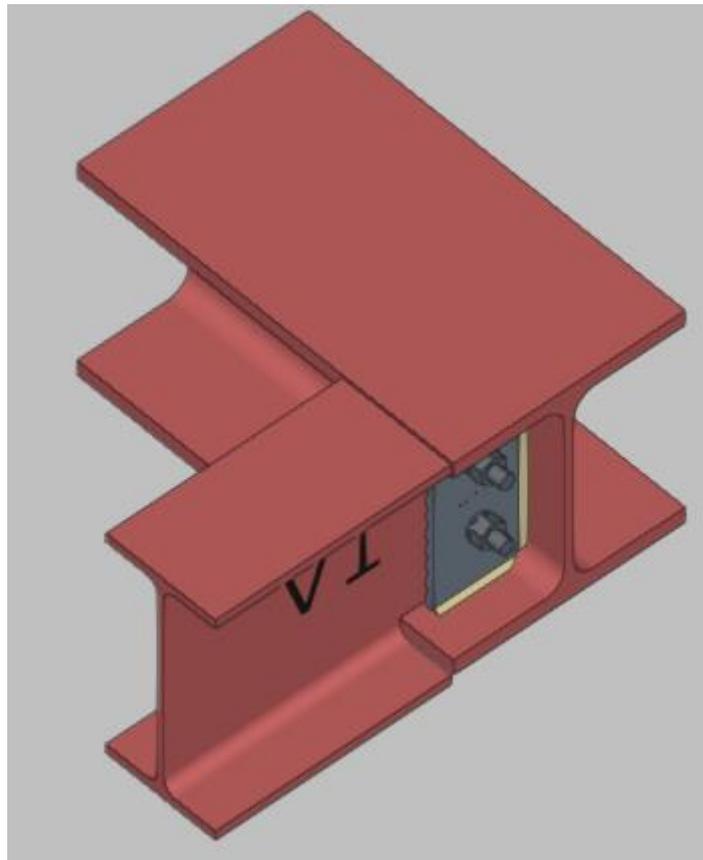


Ilustración 21. Unión tipo 15

IX. Sistema de protección contra incendios

i. Requisitos de diseño

Las condiciones y requisitos de diseño de la nave industrial objeto de este proyecto, en términos de seguridad contra incendios, serán establecidas de acuerdo con las disposiciones del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCEI), establecido en el anexo I del Real Decreto 2267/2004. Además, se considerarán las especificaciones y requisitos de la normativa del Código Técnico de la Edificación (CTE) relacionados con la prevención y protección contra incendios en edificaciones para espacio administrativo, ya que como indica la norma, si supera 250 metros cuadrados debe ser diferenciado los sectores y calculados cada uno con sus respectivas normativas. Estas regulaciones se aplicarán para garantizar que la nave industrial cumpla con los estándares de seguridad establecidos para mitigar los riesgos de incendio.

ii. Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales

Características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno.

Establecimiento tipo C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.

El establecimiento está constituido por los siguientes sectores de incendio:

Referencia	Tipo	Superficie construida (m2)
Pintura	Establecimiento tipo A	400.61
Taller de reparación	Establecimiento tipo A	400.6
Producción ala B	Establecimiento tipo A	2589.4
Producción ala A	Establecimiento tipo A	2600.43
Almacén ala B	Establecimiento tipo A	197.53
Almacén ala A	Establecimiento tipo A	197.53

Tabla 20. Sectores de incendio zona industrial

Estos sectores de incendio se pueden ver en los planos 03 y 04.

Para saber el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial, primero hay que saber el de los sectores individualmente. Los parámetros de la carga de fuego se obtienen de la tabla 1. Densidad de carga de fuego media de actividades industriales según RD 2267/2004. Se pueden verificar los cálculos de la densidad de carga de fuego en el anejo correspondiente al cálculo de instalaciones de protección contra incendio.

Referencia	Densidad de carga de fuego (Mcal/m ²)
Pintura	285.6
Taller de reparación	115.2
Producción ala B	34.31
Producción ala A	34.31
Almacén ala B	95.61
Almacén ala A	95.61

Tabla 21. Densidad de carga de fuego de los sectores del edificio industrial

Densidad de carga de fuego del edificio industrial
50.17 Mcal/m ²

Tabla 22. Densidad de carga de fuego del edificio industrial

Debido a este valor, se considerará el edificio industrial de nivel de **riesgo intrínseco bajo**.

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

Tabla 23. Tabla RSCIEI criterio de nivel de riesgo intrínseco

Requisitos constructivos en los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.

En la siguiente tabla se observan los diferentes sectores y las condiciones de diseño bajo norma.

Sectores de incendio					
Referencia	Tipo	Superficie construida (m ²)		Resistencia al fuego estructura portante	Resistencia al fuego de las puertas cortafuego
		Norma	Proyecto	Sobre rasante	Sobre rasante
Pintura	Establecimiento tipo A	2500	400.61	EI 90	EI2 45
Reparación	Establecimiento tipo A	2500	400.6	EI 90	EI2 45
Producción Zona B	Establecimiento tipo A	5000	2589.4	EI 90	EI2 45
Almacén A	Establecimiento tipo A	1250	197.55	EI 90	EI2 45
Producción Zona A	Establecimiento tipo A	5000	2600.43	EI 90	EI2 45
Almacén B	Establecimiento tipo A	1000	197.51	EI 90	EI2 45

Tabla 24. Sectores de incendio RSCIEI con norma

A continuación, en la siguiente tabla se puede observar el equipamiento que se requiere para las instalaciones del sector industrial.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio								
Dotación	Extintores	Bocas de incendio equipadas	Columna seca	Sistema de detección	Pulsadores de alarma	Sistema de alarma	Instalación automática de extinción	Control del humo
Pintura								
Norma	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	No
Proyecto	Sí (2)	Sí (1)	No	Sí (1)	Sí (1)	No	No	No
Reparación								
Norma	Sí	Sí	No	Sí	No	No	No	No
Proyecto	Sí (2)	Sí (1)	No	Sí (1)	Sí (1)	No	No	No
Producción zona B								
Norma	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No
Proyecto	Sí (14)	Sí (6)	No	Sí (9)	Sí (5)	No	Sí	No
Almacén A								
Norma	Sí	No	No	Sí	No	No	No	No
Proyecto	Sí (1)	No	No	Sí (1)	No	No	No	No
Producción zona A								
Norma	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No
Proyecto	Sí (14)	Sí (5)	No	Sí (9)	Sí (5)	No	Sí	No
Almacén B								
Norma	Sí	No	No	Sí	No	No	No	No
Proyecto	Sí (1)	No	No	Sí (1)	No	No	No	No

Tabla 25. Equipamiento RSCIEI

Evacuación

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación						
Referencia	Sector de incendio	Pcalc	Número de salidas		Longitud del recorrido (m)	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Planta baja						
Nave principal ala A	Producción ala A	6	2	2	62.5	48.35
Nave principal ala A	Producción ala A	6	2	2	62.5	48.62
Nave principal ala A	Producción ala A	9	2	2	62.5	46.80
Nave principal ala A	Producción ala A	9	2	2	62.5	30.42
Taller secundario ala A	Producción ala A	8	2	2	62.5	49.22
Taller secundario ala A	Producción ala A	9	2	2	62.5	36.77
Nave principal ala B	Producción ala B	11	2	2	62.5	47.83
Nave principal ala B	Producción ala B	11	2	2	62.5	31.47
Nave principal ala B	Producción ala B	4	2	2	62.5	47.32
Nave principal ala B	Producción ala B	4	2	2	62.5	49.72
Taller secundario ala B	Producción ala B	11	2	2	62.5	37.15
Taller secundario ala B	Producción ala B	8	2	2	62.5	48.21
Pintura	Pintura	8	1	1	50	22.56
Taller de reparación	Taller de reparación	8	1	1	50	21.43
Almacén ala A	Almacén ala A	9	1	1	50	29.56
Almacén ala B	Almacén ala b	11	1	1	50	30.88

Tabla 26. Evacuación

iii. Documento básico SI – Seguridad en caso de Incendio

El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de Incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de la oficina, en este caso, sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características del proyecto y construcción del edificio, así como de su mantenimiento y uso previsto.

SI 1 *Propagación interior***Compartimentación**

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en DB SI 1 - Tabla 1.1, que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en DB SI 1 - Tabla 1.2.

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector, no forman parte del mismo.

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplen una resistencia al fuego EI2 t-C5, siendo 't' la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realiza a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio, o del establecimiento en el que esté integrada, constituirá un sector de incendio diferente cuando supere los límites que se establecen en DB SI 1 - Tabla 1.1.

En este caso se cuenta con único sector de incendio.

Sector de incendio zona administrativa									
Referencia	Tipo	Superficie construida (m2)		Resistencia al fuego de paredes y techos		Resistencia de las puertas cortafuegos		Altura de evacuación	Volumen construido total
		Norma	Proyecto	Sobre rasante	Bajo rasante	Sobre rasante	Bajo rasante		
Oficina	Administrativo	2500	764.58	EI 60	EI 120	EI2 30	EI2 30	4.4 m	3072.43 m ³

Tabla 27. Sector de incendio zona administrativa

Requisitos de instalación en función de las características del establecimiento:

Extintores (Sección SI 4 - Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios)

Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios

Se tiene como espacios ocultos el falso techo que hay en ambas plantas. Requisito es que aporte la misma resistencia al fuego que el sector. Es decir, EI60.

Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en DB SI 1 - Tabla 3.1.

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

SI 2 Propagación exterior

Propagación horizontal

No existe riesgo de propagación horizontal del incendio por la fachada del edificio.

Propagación vertical

No existe riesgo de propagación vertical del incendio por la fachada del edificio.

Propagación cubierta-fachada

No existe riesgo de propagación cubierta-fachada del incendio por la fachada del edificio.

Reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada

La reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada será de D-S3, D0 debido a que la altura es menor a 10 metros.

SI 3 Evacuación

Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en DB SI 3 - Tabla 2.1, en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en DB SI 3 - Tabla 3.1, en función de la ocupación calculada. En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes en DB SI 3 - Punto 4.1, tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en DB SI 3 - Tabla 4.1.

MEMORIA

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación						
Referencia	Sector de incendio	Pcalc	Número de salidas		Longitud del recorrido (m)	
			Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Planta oficina (4 m)						
Sala de reuniones	Oficina	20	1	1	25	24.76
Oficina	Oficina	20	1	1	25	18.56
Despacho	Oficina	20	1	1	25	9.65
Ascensor PO	Oficina	20	1	1	25	9.72
Aseo	Oficina	20	1	1	25	18.38
Sala relajación	Oficina	20	1	1	25	13.38
Planta baja (0 m)						
Entrada	Oficina	6	1	1	25	8.92
Pasillo distribuidor	Oficina	20	1	1	25	13.46
Escaleras PB	Oficina	20	1	1	25	11.63
Administración	Oficina	6	1	1	25	21.87
Vestuario	Oficina	6	1	1	25	24.92
Ascensor PB	Oficina	20	1	1	25	13.43
Pasillo instalaciones	Oficina	20	1	1	25	22.55
Instalación suministro de agua	Oficina	20	1	1	25	23.19
Instalación incendios	Oficina	20	1	1	25	21.80

Tabla 28. Evacuación zona administrativa

Dimensionado y protección de escaleras

Las escaleras previstas para evacuación se proyectan con las condiciones de protección necesarias en función de su ocupación, altura de evacuación y uso de los sectores de incendio a los que dan servicio, en base a las condiciones establecidas en DB SI 3 - Tabla 5.1.

Su capacidad y ancho necesario se establece en función de lo indicado en DB SI 3 - Tabla 4.1 y DB SUA 1 - Tabla 4.1, sobre el dimensionado de los medios de evacuación del edificio.

Escaleras						
Referencia	Protección	Sentido de evacuación	Altura de evacuación (m)	Superficie útil (m ²)	Anchura y capacidad de la escalera	
					Anchura (m)	Capacidad (personas)
Escaleras	No protegida	Descendente	4.4	49.31	1	20

Tabla 29. Escaleras

Requisitos de escaleras de evacuación:

- Altura de evacuación descendente (3. Disposición de escaleras y aparatos elevadores)
 $4.4 \leq 20 \text{ m}$
- Anchura en su desembarco (Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación (CTE DB SI 3))
 $1 \geq 0.13 \text{ m}$

Control de humo de incendio

No es necesario instalar sistema de control de humo.

SI 4 Detección, control y extinción del incendio

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos en DB SI 4 - Tabla 1.1. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 513/2017, de 22 de mayo), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendios

Dotación	Extintores	Bocas de incendio equipadas	de Columna seca	Sistema de detección	Pulsadores de alarma	Sistema de alarma	Instalación automática de extinción	Control del humo
Norma	Sí	No	No	No	No	No	No	No
Proyecto	Sí (12)	No	No	No	No	No	No	No

Tabla 30. Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendios de la zona administrativa

SI 5 Intervención de los bomberos

Debido a las características del edificio, no se requiere espacio de maniobras.

SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio, incluidos forjados, vigas y soportes, es suficiente si:

- Alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2, que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

- Soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el DB SI Anejo B - Tiempo equivalente de exposición al fuego.

Resistencia al fuego de la zona administrativa			
Referencia	Tipo	Resistencia al fuego de paredes y techos	
		Sobre rasante	Bajo rasante
Oficina	Administrativo	R 60	R 120

Tabla 31. Resistencia al fuego de la estructura de la zona administrativa

Al ser compartida con la zona industrial, se ha decidido que la estructura completa recibirá una designación de protección R90 de manera directa. Esto implica una sobredimensión en la protección otorgada.

iv. Mediciones

Cuadro de materiales

	Código	Ud	Descripción	Cantidad
Bocas de incendio equipadas	001.001	Ud	BIE 25 mm	13.00
Extintores	003.001	Ud	Polvo químico ABC (21A 113B 0C)	46.00
Hidratantes	004.001	Ud	Hidrante de columna	1.00
Pulsadores de alarma	006.001	Ud	Pulsador de alarma	12.00
Sistema de detección	007.001	Ud	Detector óptico de humos	22.00

Tabla 32. Cuadro de materiales de protección de incendios

X. Viabilidad del proyecto

El presente proyecto ha logrado una solución viable desde el punto de vista técnico al utilizar componentes disponibles en el mercado. Desde una perspectiva económica, se ha mantenido un presupuesto mínimo considerando tanto la seguridad como la calidad de los productos. Además, el diseño del proyecto ha cumplido en su totalidad con la normativa actualmente en vigor. Por lo tanto, se puede concluir que este proyecto es viable en términos técnicos, económicos y legales.

XI. Resumen del presupuesto

Para determinar el presupuesto final, es necesario calcular el PEM y el PEC. Para ello, inicialmente, se realiza el cálculo total que supone la obra de nueva construcción y la instalación de todos los elementos de seguridad necesarios. Estos cálculos se pueden observar en el capítulo de presupuestos.

El coste total que conlleva la ejecución de la obra y la instalación de los elementos de seguridad es el PEM. Para poder determinar el PEC, al valor del PEM se le suma un 15% de gastos generales y cargas fiscales y otro 6% de Beneficio Industrial.

Presupuesto de Ejecución de Material PEM	1.382.634,57 €
15% Gastos generales y cargas fiscales	207.395,19 €
6% Beneficio Industrial	82.958,07 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata PEC	1.672.987,83 €

Tabla 33. PEC

Finalmente, una vez determinado el PEC, para calcular el presupuesto total se tienen en cuenta el IVA, que supone un 21% a la suma total del PEC, obteniendo así el presupuesto total que se puede observar en la Tabla 34.

PEC	1.672.987,83 €
21% IVA	351.327,44 €
PRESPUESTO TOTAL	2.024.315,27 €

Tabla 34. Presupuesto total

XII. Conclusiones

La solución alcanzada garantiza el cumplimiento de los requisitos legales en todas las etapas del proyecto. La estructura final se ha diseñado de manera amplia, tal como se solicitaba, con perfiles de dimensiones mínimos sin comprometer la integridad estructural. Se ha prestado especial atención a las uniones en la estructura.

La geometría de la estructura ha permitido mejorar la productividad de la empresa al proporcionar el espacio que se requería en zona separada para el almacenamiento de material, así como para áreas secundarias indispensables. Además, se ha tenido en cuenta la estética de la construcción final, asegurando una integración armoniosa.

En cuanto a la protección contra incendios, se ha cumplido con el reglamento para establecimientos industriales y con el Código Técnico de la Edificación (CTE). Se ha conseguido diseñar la instalación en conjunción integrada de las dos normas, pudiendo cubrir completamente la nave.

En conclusión, este proyecto ha cumplido con éxito los requisitos técnicos, legales y de seguridad, ofreciendo una solución integral y satisfactoria para la empresa.

Como última aportación, añadir que la integración de la tecnología BIM en este proyecto ha representado un avance significativo tanto en la mejora de la eficiencia en la gestión del tiempo como en la optimización de los recursos hardware utilizados. Además, hacer proyectos desde este enfoque supone una mejora sustancial en el ámbito tecnológico, lo cual tiene un impacto significativo en la comunidad de ingenieros y en el futuro de sus métodos de trabajo. Se valora en gran medida la posibilidad de trabajar de esta manera, ya que permite una atención más específica en el producto final y en su desarrollo.

Capítulo II. Anejos de cálculos

Índice de anejo de cálculos

I.	ANEJO I. Análisis estructural	6
i.	Puente grúa	6
ii.	Calculo de la estructura.....	9
a.	Correas	9
b.	Barras	13
i.	Pilar hastial	13
ii.	Pilar intermedio.....	25
iii.	Viga de cubierta hastial	39
iv.	Viga de cubierta intermedia.....	51
v.	Tirante	63
vi.	Viga de atado.....	65
vii.	Viga carrilera	73
viii.	Barra que soporta la viga carrilera de la grúa	84
c.	Cimentación	95
i.	Zapatas	95
ii.	Vigas de atado	101
iii.	Vigas centradoras	102
d.	Uniones	104
II.	ANEJO II. Calculo de sistemas de protección frente a incendios	145
i.	Densidad de carga de fuego RSCIEI	145

Índice de tablas del anejo de cálculos

Tabla 1. Datos técnicos puente grúa	6
Tabla 2. Datos de conformidad puente grúa	7
Tabla 3. Fuerzas puente grúa	8
Tabla 4. Datos técnicos correa	9
Tabla 5. Cálculos de las comprobaciones del CTE de las barras.....	95
Tabla 6. Comprobaciones cimentaciones de pilares hastiales.....	98
Tabla 7. Comprobaciones zapata de pilares intermedios.....	100
Tabla 8. Comprobaciones vigas de atado.....	101
Tabla 9. Comprobaciones de vigas centradoras	104
Tabla 10. Componentes de la unión tipo 1	105
Tabla 11. Comprobación de la unión tipo 1	107
Tabla 12. Medición de la unión tipo 1.....	107
Tabla 13. Componentes de la unión tipo 2	107
Tabla 14. Comprobaciones de la unión tipo 2.....	109
Tabla 15. Medición de la unión tipo 2.....	109
Tabla 16. Comprobación de la unión tipo 3	110
Tabla 17. Medición de la unión tipo 3.....	110
Tabla 18. Componentes de la unión 4.....	110
Tabla 19. Comprobación de la unión tipo 4	111
Tabla 20. Medición de la unión tipo 4.....	111
Tabla 21. Componentes de la unión 5.....	112
Tabla 22. Comprobación de la unión tipo 5	113
Tabla 23. Medición de la unión tipo 5.....	114
Tabla 24. Componentes de la unión tipo 6	114
Tabla 25. Comprobación de la unión tipo 6	115
Tabla 26. Medición de la unión tipo 6.....	116
Tabla 27. Componentes de la unión tipo 7	117
Tabla 28. Comprobación de la unión tipo 7	121
Tabla 29. Medición de la unión tipo 7.....	122
Tabla 30. Componentes de la unión tipo 8	122
Tabla 31. Comprobación de la unión tipo 8	124
Tabla 32. Medición de la unión tipo 8.....	124

Tabla 33. Componentes de la unión.....	125
Tabla 34. Comprobación de la unión tipo 9	127
Tabla 35. Medición de la unión tipo 9.....	127
Tabla 36. Componentes de la unión tipo 10	128
Tabla 37. Comprobación unión tipo 10.....	130
Tabla 38. Medición de la unión tipo 10.....	131
Tabla 39. Componentes de la unión.....	131
Tabla 40. Comprobación de la unión tipo 11	134
Tabla 41. Medición de la unión tipo 11.....	136
Tabla 42. Componentes de la unión tipo 12	137
Tabla 43. Comprobación unión tipo 12.....	139
Tabla 44. Medición de la unión tipo 12.....	139
Tabla 45. Componentes de la unión tipo 13	140
Tabla 46. Comprobación de la unión tipo 13	141
Tabla 47. Medición de la unión tipo 13.....	141
Tabla 48. Componentes de la unión tipo 14	142
Tabla 49. Comprobación de la unión tipo 14	143
Tabla 50. Medición de la unión tipo 14.....	143
Tabla 51. Componentes de la unión tipo 15	143
Tabla 52. Comprobación de la unión tipo 15	144
Tabla 53. Medición de la unión tipo 15.....	145
Tabla 54. Cálculo de la densidad de carga de fuego	148

Índice de ilustraciones en el anejo de cálculos

Ilustración 1. Fuerzas sobre puente grúa	8
--	---

I. ANEJO I. Análisis estructural

i. Puente grúa

Se conoce que se va a disponer de un puente grúa en cada línea de producción principal, es decir, esta nave va a trabajar con dos puentes grúas. Para ello se va a incorporar a la estructura las vigas carrileras, y por lo tanto debe ser calculado cuáles serán los esfuerzos sobre ellas teniendo en cuenta la carga y movimiento de la grúa. A continuación, se observa los datos técnicos de la grúa recibidos del fabricante.

Grúa	ELK 12,5 t x 22000 mm		
Base de cálculos	DIN 15018, H2/B3		
Carro	GM 5000.12500 L-202.41.6000.3 E 200.20		
Grupo F.E.M	2m / M5		
Lugar producción	Uso en naves cerradas		
Condiciones ambientales	-5° C hasta +40° C, sin requerimientos particulares		
Trasl. grúa	10 / 40 m/min		
Trasl. del carro	5 / 20 m/min		
Elevación	0,8 / 5 m/min		
Peso total	8730 kg (de ello Carro 1051 kg)		
Tensión de red; fluctuación adm.	3/PE ~50 Hz 400 V (TN-S); -6,5% / +5%		
Potencia total conectada	14,9 kW (Corriente de arranque * cos phi: 96 A) +SKR-F1 = 35 A gG		
Cargas y reacciones	Cargas de ruedas (kN)	Eje de la grúa 1 (min/máx)	21,8 / 82,1
	(sin coeficiente dinámico)	Eje de la grúa 2 (min/máx)	22,0 / 82,5
	Cargas laterales (kN)	Fuerzas de inercia Trasl. grúa (min/máx)	3,1 / 11,6
	Fuerza de traslación oblicua en lado guía (Coeficiente de adherencia <= 0,3)		23,8 / -
	Cargas horizontales por traslación sesgada (lado guía/lado opuesto)	Eje frontal de grúa en el sentido de la marcha	5,0 / 18,8
		Eje posterior de grúa en el sentido de la marcha	0,0 / 0,0
Cargas longitudinales (kN) (por perfil de vía de grúa)	Fuerzas de inercia Trasl. grúa (máx.)		3,7
	Fuerzas finales de tope (máx.) (Limitador de movimiento incluido)		25,9

¹⁾ Recorrido máximo de gancho del carro 6 m, uso real según la situación de montaje

Tabla 1. Datos técnicos puente grúa

Los puentes grúa con los que trabajaremos tienen una capacidad de elevación de hasta 12,5 toneladas cada uno, considerando que esta capacidad está sobredimensionada, ya que el producto no alcanza ese peso, pero por seguridad va a ser sobrepasada esta carga de elevación.

Para su incorporación, es necesario llevar a cabo un análisis estructural que verifique la resistencia ante diferentes hipótesis de carga, representando situaciones desfavorables. La empresa distribuidora de la grúa ha realizado un estudio previo para calcular los esfuerzos que podrían presentarse en una situación extremadamente desfavorable en la estructura donde se instalará el puente grúa, asegurándose así de su correcto funcionamiento.

Y a continuación se muestra los datos de conformidad con los que se realizaría el cálculo.

ANEJO DE CÁLCULOS

Clasificación de grúas	S3	(para el certificado del soporte de la vía de grúa)				
Coeficientes dinámicos ϕ_i :						
ϕ_1	1,10	Aceleración que actúa sobre la masa de la grúa por elevación y gravitación				
ϕ_2	1,10	Inercia y gravitación en la elevación de una carga sin impedimentos desde el suelo				
ϕ_3	1,00	Inercia y gravitación en el desprendimiento repentino de una parte de la carga en elevación				
ϕ_4	1,00	Cargas por traslación superando irregularidades				
ϕ_5, Kr	1,80	Cargas por aceleración de los accionamientos de traslación de grúa				
ϕ_6, dyn	1,05	Carga dinámica de ensayo				
$\phi_6, stat$	1,00	Carga estática de ensayo				
ϕ_7, Kr	1,25	Cargas por fuerzas de tope				
Efectos de la carga y proporciones de fuerzas relevantes:						
Cargas por rueda (vertical)	Proporción de fuerza por masa de la grúa y del (de los) carro(s) por cada eje de grúa	$Q_c, min, 1$	19,0	$Q_c, max, 1$	23,2	[kN]
		$Q_c, min, 2$	19,2	$Q_c, max, 2$	23,6	[kN]
	Proporción de fuerza por masa de la carga de elevación por eje de grúa	$Q_h, min, 1$	2,8	$Q_h, max, 1$	58,9	[kN]
		$Q_h, min, 2$	2,8	$Q_h, max, 2$	58,9	[kN]
Cargas laterales (horizontal)	Fuerza por aceleración de la grúa con carga de elevación (fuerza de masa)	HT, min	2,0	HT, max	7,7	[kN]
		Fuerza de traslación oblicua (Coeficiente de adherencia $\leq 0,3$)				23,8
	Fuerza horizontal por traslación oblicua por eje de grúa	$HS, min, 1$	0,0	$HS, max, 1$	0,0	[kN]
		$HS, min, 2$	5,0	$HS, max, 2$	18,8	[kN]
Cargas longitudinales (horizontal) (por soporte de vía de grúa)	Fuerza por aceleración de la grúa con carga de elevación (fuerza de masa)	HL		2,4	[kN]	
	Fuerza de presión de choque (fuerza final) (Limitador de movimiento incluido)	Hb1		20,4	[kN]	

Tabla 2. Datos de conformidad puente grúa

La tabla 2 muestra las proporciones de las fuerzas relevantes para cada eje del puente grúa. Se consideran la fuerza debida a su propia masa, la masa de la carga que se eleva, la fuerza de aceleración y la fuerza de traslación. También se tienen en cuenta las fuerzas de frenado. Para convertir estas fuerzas estáticas en dinámicas, se utilizan coeficientes dinámicos que permiten obtener valores reales en diversas situaciones.

En este caso, se están evaluando diferentes hipótesis de carga que podrían ocurrir dentro de la nave, tomando en cuenta la peor situación identificada por la empresa. Esta situación implica la traslación del puente grúa con carga en un extremo. El análisis se realiza al representar estas

fuerzas estáticas, presentes en el puente grúa, en la viga carrilera.

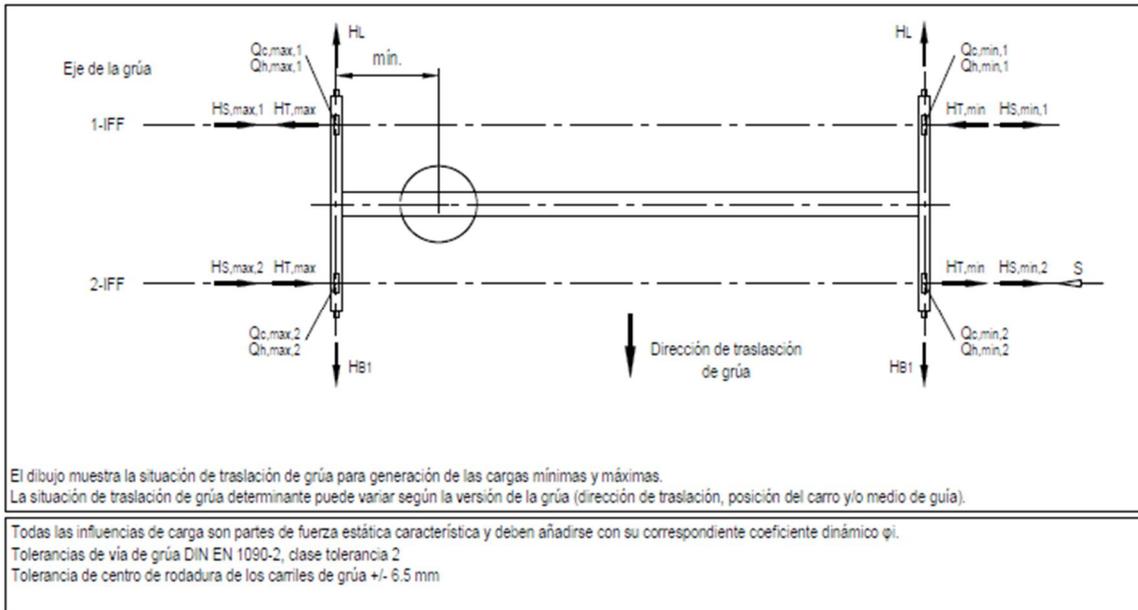


Ilustración 1. Fuerzas sobre puente grúa

En la imagen se ilustración 1 se observa cómo se aplican sobre el puente grúa, pero sobre la viga carrilera se representan con las siguientes fuerzas en el punto de apoyo:

Fuerzas puente grúa sobre viga carrilera

	Tipo de carga	Lado con carga máxima	Lado con carga mínima
Fuerzas verticales (kN)	Carga puntual	164.6	43.8
Fuerzas horizontales (kN)	Carga puntual	18.8	5
Fuerzas longitudinales (kN/m)	Carga uniforme sobre barra	1.385	1.385

Tabla 3. Fuerzas puente grúa

Las cuatro hipótesis planteadas para verificar el correcto funcionamiento del puente grúa se presentan de manera que permitan el movimiento en una nave, en la otra o en ambas simultáneamente, con la carga ubicada en el mismo extremo. Esto prepara a la estructura para enfrentar el escenario de mayor esfuerzo posible. Además, se realizan pruebas para evaluar la traslación en ambas direcciones.

Se ha logrado dimensionar de manera óptima y funcional las vigas carrileras y las vigas de soporte que conectan las vigas carrileras con los pilares.

ii. Cálculo de la estructura

En este anejo se va evaluar cómo se ha calculado las diferentes partes de la estructura para que lleguen a cumplir los requisitos del CTE.

a. Correas

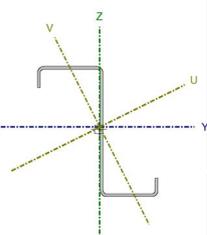
Perfil: ZF-120x3.0											
Material: S235											
Nudos	Inicial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas							
				Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
	0.490, 80.000, 8.098	0.490, 75.000, 8.098	5.000	7.50	166.90	56.67	-73.65	0.23	0.94	2.14	26.6
<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p> <p>⁽⁴⁾ Producto de inercia</p> <p>⁽⁵⁾ Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.</p>											
	Pandeo			Pandeo lateral							
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.					
	β	0.00	1.00	0.00		0.00					
	L _k	0.000	5.000	0.000		0.000					
	C ₁	-			1.000						
<p><i>Notación:</i></p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>											

Tabla 4. Datos técnicos correa

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : 36.0 \quad \checkmark$$

$$b_1/t \leq 90 \qquad b_1 / t : 16.0 \quad \checkmark$$

$$c_1/t \leq 30 \qquad c_1 / t : 4.7 \quad \checkmark$$

$$b_2/t \leq 60 \qquad b_2 / t : 13.7 \quad \checkmark$$

$$c_2/t \leq 30 \qquad c_2 / t : 3.7 \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c_1/b_1 \leq 0.6 \qquad c_1 / b_1 : 0.292$$

$$0.2 \leq c_2/b_2 \leq 0.6 \qquad c_2 / b_2 : 0.268$$

Donde:

h: Altura del alma.	h : 108.00 mm
b₁: Ancho del ala superior.	b₁ : 48.00 mm
c₁: Altura del rigidizador del ala superior.	c₁ : 14.00 mm
b₂: Ancho del ala inferior.	b₂ : 41.00 mm
c₂: Altura del rigidizador del ala inferior.	c₂ : 11.00 mm
t: Espesor.	t : 3.00 mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

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

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.879 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.490, 80.000, 8.098, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed^+} : 5.29 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed^-} : 0.00 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$M_{c,Rd} : 6.01 \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{el} : 26.86 \quad \text{cm}^3$$

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

$$f_{yb} : 235.00 \quad \text{MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.110 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.490, 80.000, 8.098, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$$V_{Ed} : 4.91 \quad \text{kN}$$

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{b,Rd} : 44.54 \quad \text{kN}$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$h_w : 114.36 \quad \text{mm}$$

t: Espesor.

$$t : 3.00 \quad \text{mm}$$

φ: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : 90.0 \quad \text{grados}$$

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

$$f_{bv} : 136.30 \quad \text{MPa}$$

Siendo:

λ_w: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\bar{\lambda}_w : 0.44$$

Donde:

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

$$f_{yb} : 235.00 \quad \text{MPa}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : 210000.00 \quad \text{MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

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

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

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

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

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

b. Barras

i. Pilar hastial

Perfil: HE 180 A Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N239	N320	4.000	45.30	2510.00	924.60	14.89	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	1.20	1.20	1.00	1.00		
	L _k	4.800	4.800	4.000	4.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 1.22 ✓

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 45.30 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 831.75 kN

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

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

N_{cr,y} : 2257.93 kN

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

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

N_{cr,z} : 831.75 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 2619.45 kN

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

Donde:

ANEJO DE CÁLCULOS

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>2510.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>924.60</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>14.89</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>60210.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>4.800</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>4.800</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>4.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>8.71</u> cm

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

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>7.44</u> cm
	i_z : <u>4.52</u> cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

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

25.33 ≤ 167.30 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>152.00</u>
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.00</u>
A_w : Área del alma.	A_w : <u>9.12</u>
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>17.10</u>
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u>
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u>

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.020 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N320, para la combinación de acciones
0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H1.

N_{t,Ed} : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	N_{t,Ed} : <u>24.25</u> kN
---	---

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

N_{t,Rd} = A · f _{yd}	N_{t,Rd} : <u>1186.43</u> kN
---	---

Donde:

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

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.03 8 ✓

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

η : 0.08 9 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

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

N_{c,E}_d : 44.81 kN

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

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

N_{c,R}_d : 1186. 43 kN

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.9 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.0 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

N_{b,R}_d : 501.3 3 kN

Donde:

ANEJO DE CÁLCULOS

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

$$A : \frac{45.30}{261.9} \frac{\text{cm}^2}{\text{MP}}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{0}{a}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.0}{0} \frac{\text{MP}}{a}$$

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : 0.76$$

$$\chi_z : 0.42$$

$$\chi_T : 0.73$$

Siendo:

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

$$\phi_y : 0.87$$

$$\phi_z : 1.50$$

$$\phi_T : 0.86$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$$\alpha_T : 0.49$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.74$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.22$$

$$\bar{\lambda}_T : 0.69$$

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

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

$$N_{cr} : \frac{831.7}{5} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \frac{2257.}{93} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \frac{831.7}{5} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \frac{2619.}{45} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \frac{0.10}{4} \checkmark$$

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

$$\eta : \frac{0.12}{8} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA(BackMedio)}(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB(FrontLado)}(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{7.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Oficina}(B) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA(FrontLado)}(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB(BackMedio)}(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{8.86} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{85.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$Clase : \underline{1}$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{324.9} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

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

$$M_{b,Rd} : \underline{69.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{324.9} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.82}$$

Siendo:

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

$\Phi_{LT} : 0.85$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : 0.21$

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

$\bar{\lambda}_{LT} : 0.76$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral. $M_{cr} : \frac{152.7}{7} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

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

Siendo:

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

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

$M_{LTv} : \frac{120.1}{9} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

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

$M_{LTw} : \frac{94.30}{7} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y} : \frac{293.5}{7} \text{ cm}^3$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \frac{924.6}{4} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \frac{14.89}{4} \text{ cm}^4$

E : Módulo de elasticidad. $E : \frac{2100}{00} \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : \frac{8100}{0} \text{ MPa}$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $L_c^+ : 4.000 \text{ m}$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $L_c^- : 4.000 \text{ m}$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $C_1 : 1.00$

$i_{r,z}^+$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. $i_{r,z}^+ : 4.98 \text{ cm}$

$i_{r,z}^- : 4.98 \text{ cm}$

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : \frac{0.72}{7} \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot Oficina(B) + 1.05 \cdot GrúaNaveA(BackMedio)(C) + 1.05 \cdot GrúaNaveB(BackMedio)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

ANEJO DE CÁLCULOS

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 25.16 ^{kN·}
m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H1+0.7
5·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 29.81 ^{kN·}
m

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

M_{c,Rd} = W_{pl,z} · f_{yd} **M_{c,Rd}** : 40.99 ^{kN·}
m

Donde:

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

Clas
e : 1

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

W_{pl,z} : 156.5
0 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.9
0 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.0
0 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.05
0 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·
V(0°)H3+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 10.9
5 kN

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

V_{c,Rd} = A_v · $\frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ **V_{c,Rd}** : 219.
56 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.5
2 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

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

A : 45.3
0 cm²

b: Ancho de la sección.

b : 180.
00 m

ANEJO DE CÁLCULOS

t_f: Espesor del ala.

$$t_f : \frac{9.50}{m}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \frac{6.00}{m}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \frac{15.0}{0} m$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.}{90} MP a$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.}{00} MP a$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$\frac{20.3}{3} < \frac{64.7}{1} \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \frac{20.3}{3}$$

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

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{máx} : \frac{64.7}{1}$$

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

ε: Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

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

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \frac{235.}{00} MP a$$

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

$$f_y : \frac{275.}{00} MP a$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.040 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N239, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

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

$$V_{Ed} : 21.72 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \frac{547.0}{8} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 36.18 \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : 45.30 \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \frac{152.0}{0} \text{ m}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 6.00 \text{ m}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.9}{0} \text{ MP a}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.0}{0} \text{ MP a}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$10.95 \text{ kN} \leq \frac{109.78}{2} \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

$$V_{Ed} : 10.95 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : 219.56 \text{ kN}$$

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

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

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

$$21.72 \text{ kN} \leq \frac{273.54}{2} \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

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

$$V_{Ed} : 21.72 \text{ kN}$$

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

$V_{c,Rd}$: 547.08 kN

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.667 ✓

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

η : 0.498 ✓

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

η : 0.800 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N239, para la combinación de acciones
1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$: 44.81 kN

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

$M_{y,Ed}$: 3.37 kN·m

$M_{z,Ed}$: 24.16 kN·m

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

Clase : 1

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

$N_{pl,Rd}$: 1186.43 kN

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

$M_{pl,Rd,y}$: 85.09 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 40.99 kN·m

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

A: Área de la sección bruta.

A : 45.30 cm²

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

$W_{pl,y}$: 324.9 cm³

$W_{pl,y}$: 0 cm³

$W_{pl,z}$: 156.5 cm³

$W_{pl,z}$: 0 cm³

f_{yd} : 261.9 MPa

f_{yd} : 0 MPa

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

f_y : 275.0 MPa

f_y : 0 MPa

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

γ_{M1} : 1.05

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

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

k_y : 1.03

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

k_z : 1.13

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

$$k_{y,LT} : 0.99$$

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

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

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

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

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

$$\chi_y : 0.76$$

$$\chi_z : 0.42$$

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

$$\chi_{LT} : 0.82$$

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.74$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.22$$

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

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot Oficina(B) + 1.05 \cdot GrúaNaveA(FrontLado)(C) + 1.05 \cdot GrúaNaveB(BackMedio)(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$10.95 \text{ kN} \leq 109.62 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : 10.95 \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : 219.24 \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

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

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

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

$$M_{T,Rd} : 2.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : $\frac{15.67}{7}$ cm³
 f_{yd} : $\frac{261.90}{90}$ MPa

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

Siendo:

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

f_y : $\frac{275.00}{00}$ MPa

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

γ_{M0} : $\frac{1.05}{}$

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

Se debe satisfacer:

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

η : $\frac{0.05}{0}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N239, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : $\frac{10.9}{5}$ kN

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

$M_{T,Ed}$: $\frac{0.01}{}$ kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$: $\frac{219.}{24}$ kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: $\frac{219.}{56}$ kN

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

$\tau_{T,Ed}$: $\frac{0.55}{}$ MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : $\frac{15.6}{7}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : $\frac{261.}{90}$ MPa

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

Siendo:

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

f_y : $\frac{275.}{00}$ MPa

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

γ_{M0} : $\frac{1.05}{}$

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

Se debe satisfacer:

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

η : $\frac{0.04}{0}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N239, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 21.72$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.00$ kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd} : 546.9$
 $d : 5$ kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : 547.0$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.09$ MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 15.67$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 261.9$
 0 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.0$
 0 MPa

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

ii. Pilar intermedio

Perfil: HE 300 A Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N118	N470	6.400	112.50	18260.00	6310.00	87.76
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.50	1.20	1.00	1.00	
L _k		3.200	7.680	6.400	6.400	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.72 ✓

Donde:

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

Clase : 2

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

A : 112.50 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 6035.11 kN

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

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

N_{cr,y} : 6416.49 kN

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

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

N_{cr,z} : 12771.69 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 6035.11 kN

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

Donde:

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

I_y : 18260.00 cm⁴

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

I_z : 6310.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 87.76 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 1200000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

L_{ky} : 7.680 m

ANEJO DE CÁLCULOS

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.
i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

L_{kz} : 3.200 m
L_{kt} : 6.400 m
i_o : 14.78 cm

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

Siendo:

i_y, **i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.
y_o, **z_o**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 12.74 cm
i_z : 7.49 cm
y_o : 0.00 mm
z_o : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

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

30.82 ≤ 222.42 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.
A_w: Área del alma.
A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

h_w : 262.00 mm
t_w : 8.50 mm
A_w : 22.27 cm²
A_{fc,ef} : 42.00 cm²
k : 0.40
E : 210000 MPa
f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.032 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N470, para la combinación de acciones
 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H1.

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

N_{t,Ed} : 95.70 kN

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{2946.43} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{112.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

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

$$\eta : \underline{0.079} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N118, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·SobrecargadeusoCubiertaG1(G1).

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

$$N_{c,Ed} : \underline{165.36} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2946.43} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$A : \underline{112.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{2106.03} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{112.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

χ_y : 0.79

χ_z : 0.85

χ_T : 0.71

Siendo:

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

ϕ_y : 0.83

ϕ_z : 0.69

ϕ_T : 0.88

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

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

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

$\bar{\lambda}_y$: 0.69

$\bar{\lambda}_z$: 0.49

$\bar{\lambda}_T$: 0.72

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

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

N_{cr} : 6035.11 kN

$N_{cr,y}$: 6416.49 kN

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

$N_{cr,z}$: 12771.69 kN

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

$N_{cr,T}$: 6035.11 kN

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.086 ✓

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

η : 0.105 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N118, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

ANEJO DE CÁLCULOS

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺** : 30.97 $\frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{m}}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N118, para la combinación de acciones
 $0.8\cdot\text{PP}+1.05\cdot\text{GrúaNaveA(BackMedio)(C)}+1.05\cdot\text{GrúaNaveB(FrontLado)(C)}+1.5\cdot\text{V(180°)H2}+0.75\cdot\text{N(R)1}$.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻** : 30.97 $\frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{m}}$

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

M_{c,Rd} = $W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ **M_{c,Rd}** : 362.21 $\frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{m}}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clas**
e : 2

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}** : 1383.0
0 cm^3

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

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

Siendo:

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

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

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

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

M_{b,Rd} = $\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ **M_{b,Rd}** : 295.01 $\frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{m}}$

Donde:

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}** : 1383.0
0 cm^3

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

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

Siendo:

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

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

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

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$
 χ_{LT} : 0.81

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$
 φ_{LT} : 0.85

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica. **α_{LT}** : 0.21

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

$$\bar{\lambda}_{LT} : 0.77$$

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

$$M_{cr} : 647.93 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

Siendo:

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

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

$$M_{LTv} : 476.41 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{LTw} : 439.14 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

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

$$W_{el,y} : \frac{1259.3}{1} \text{ cm}^3$$

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

$$I_z : \frac{6310.0}{0} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \frac{87.76}{0} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \frac{21000}{0} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \frac{81000}{0} \text{ MPa}$$

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

$$L_c^+ : \frac{6.400}{6.400} \text{ m}$$

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

$$L_c^- : \frac{6.400}{6.400} \text{ m}$$

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

$$C_1 : 1.00$$

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

$$i_{r,z}^+ : 8.30 \text{ cm}$$

$$i_{r,z}^- : 8.30 \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \frac{0.11}{9} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N118, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(90°)H2.

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

$$M_{Ed}^+ : \frac{19.9}{1} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N118, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H1+0.75·N(EI).

ANEJO DE CÁLCULOS

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

$$\mathbf{M_{Ed}} : \frac{19.7}{9} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \frac{167.}{93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\mathbf{Clase} : 2$$

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

$$\mathbf{W_{pl,z}} : \frac{641.}{20} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\mathbf{f_{yd}} : \frac{261.}{90} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$\mathbf{f_y} : \frac{275.}{00} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.009 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : 5.07 \text{ kN}$$

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

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

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \frac{563.2}{6} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$\mathbf{A_v} : \frac{37.25}{2} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

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

$$\mathbf{A} : \frac{112.5}{0} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$\mathbf{b} : \frac{300.0}{0} \text{ m}$$

t_f: Espesor del ala.

$$\mathbf{t_f} : 14.00 \text{ m}$$

t_w: Espesor del alma.

$$\mathbf{t_w} : \frac{8.50}{m} \text{ m}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \frac{27.00}{m}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.9}{a}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.0}{a}$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$\frac{24.4}{7} < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 24.47$$

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

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

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

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \frac{235.0}{a}$$

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

$$f_y : \frac{275.0}{a}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(90°)H2.

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

$$V_{Ed} : 5.62 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : 1364.37 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 90.23 cm²

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

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 112.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 262.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

5.07 kN ≤ **281.63** kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

V_{Ed} : 5.07 kN

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

$V_{c,Rd}$: 563.26 kN

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

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

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

5.62 kN ≤ **682.19 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{FrontLado})(C) + 0.9 \cdot V(90^\circ)H2$.

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

V_{Ed} : 5.62 kN

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

$V_{c,Rd}$: 1364.37 kN

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.209} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.220} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.239} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N118, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \frac{160.3}{6} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed} : \frac{30.59}{m} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \frac{11.78}{m} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$Clase : \underline{2}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \frac{2946}{43} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \frac{362.2}{m} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \frac{167.9}{3} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \frac{112.5}{0} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \frac{1383}{00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \frac{641.2}{0} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.9}{0} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.0}{0} \text{ MPa}$$

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

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

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

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.03}$$

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

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

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

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

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

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

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

$$\chi_y : \underline{0.79}$$

$$\chi_z : \underline{0.85}$$

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

$$\chi_{LT} : \underline{0.81}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.69}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.49}$$

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

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

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

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA(FrontLado)}(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB(BackMedio)}(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$5.07 \text{ kN} \leq 281.55 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{5.07} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{563.09} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

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

ANEJO DE CÁLCULOS

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(FrontLado)(C).

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.01 kN·m

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

$$\mathbf{M}_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad \mathbf{M}_{T,Rd} : \underline{9.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 62.69 cm³

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

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

Siendo:

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.009} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed}** : 5.07 kN

M_{T,Ed}: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. **M_{T,Ed}** : 0.01 kN·m

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

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd} \quad \mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{563.0} \text{ kN}$$

Donde:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. **V_{pl,Rd}** : 563.2 kN

τ_{T,Ed}: Tensiones tangenciales por torsión. **τ_{T,Ed}** : 0.11 MPa

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

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : 62.69 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.9 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.0 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+0.9·V(90°)H2.

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

V_{Ed} : 3.22 kN

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

$M_{T,Ed}$: 0.01 kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$: 1364.08 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 1364.37 kN

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

$\tau_{T,Ed}$: 0.08 MPa

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 62.69 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

iii. Viga de cubierta hastial

Perfil: IPE 240 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N240	N255	5.099	39.10	3892.00	284.00	12.95
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.70	1.20	0.20	0.39		
L _k	3.569	6.119	1.000	2.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

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

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

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

$\bar{\lambda}$: **1.53** ✓

Donde:

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

Clase : 2

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

A : 39.10 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 462.03 kN

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

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

N_{cr,y} : 2154.55 kN

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

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

N_{cr,z} : 462.03 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 2796.59 kN

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

Donde:

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

I_y : 3892.00 cm⁴

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

I_z : 284.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 12.95 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 37400.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

L_{ky} : 6.119 m

ANEJO DE CÁLCULOS

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>3.569</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>2.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>10.33</u> cm
$\mathbf{i_0} = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$	
Siendo:	
i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>9.98</u> cm i_z : <u>2.70</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

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

35.55 ≤ 246.95 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>220.40</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.20</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>13.66</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>11.76</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	
$f_{yf} = f_y$	

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

Se debe satisfacer:

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

0.01
η : 6 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N255, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V
 (270°)H1+0.75·N(R)2.

N_{t,Ed} : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	N_{t,Ed} : <u>16.09</u> kN
---	---

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

N_{t,Rd} = A · f _{yd}	N_{t,Rd} : <u>1024.05</u> kN
---	---

Donde:

ANEJO DE CÁLCULOS

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

$$A : \frac{39.10}{2} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.9}{0} \text{ MP a}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.0}{0} \text{ MP a}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N240, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

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

$$N_{c,Ed} : \underline{19.02} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \frac{1024.0}{5} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$Clase : \underline{2}$$

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

$$A : \frac{39.10}{2} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{a} \text{ MP a}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.00}{a} \text{ MP a}$$

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

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{341.02} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \frac{39.10}{2} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{a} \text{ MP a}$$

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \frac{275.00}{a} \text{ MP}$$

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

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : \underline{0.84}$$

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

$$\chi_T : \underline{0.83}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \underline{0.80}$$

$$\phi_z : \underline{1.89}$$

$$\phi_T : \underline{0.76}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

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

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

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.71}$$

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

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

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

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

$$N_{cr} : \frac{462.03}{2154.5} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{5} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \frac{462.03}{2796.5} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{9} \text{ kN}$$

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.265} \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.276} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N240, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Oficina}(B) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{BackMedio})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^+ : \underline{25.50} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N240, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{19.09} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{96.12} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

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

Clase: 1

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

W_{pl,y}: 367.0 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

f_{yd}: 261.9 MPa

f_y: 275.0 MPa

γ_{M0}: 1.05

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

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

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

M_{b,Rd}⁺: 92.22 kN·m

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

M_{b,Rd}⁻: 81.77 kN·m

Donde:

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

W_{pl,y}: 367.0 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

f_{yd}: 261.9 MPa

f_y: 275.0 MPa

γ_{M1}: 1.05

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

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

Siendo:

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

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄_{LT}: Esbeltez reducida.

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

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

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

χ_{LT}⁺: 0.96

χ_{LT}⁻: 0.85

Φ_{LT}⁺: 0.59

Φ_{LT}⁻: 0.79

α_{LT}: 0.21

λ̄_{LT}⁺: 0.37

λ̄_{LT}⁻: 0.69

M_{cr}⁺: 720.3 kN·m

M_{cr}⁻: 209.7 kN·m

M_{cr}⁻: 8 m

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

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

Siendo:

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

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

$$M_{LTV}^+ : \frac{248.4}{8} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \frac{124.2}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

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

$$M_{LTw}^+ : \frac{676.1}{4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \frac{169.0}{3} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Siendo:

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

$$W_{el,y} : \frac{324.3}{3} \text{ cm}^3$$

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

$$I_z : \frac{284.0}{0} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \frac{12.95}{0} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \frac{21000}{0} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \frac{81000}{0} \text{ MPa}$$

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

$$L_c^+ : \frac{1.000}{0} \text{ m}$$

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

$$L_c^- : \frac{2.000}{0} \text{ m}$$

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

$$C_1 : \frac{1.00}{0}$$

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

$$i_{f,z}^+ : \frac{3.17}{0} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \frac{3.17}{0} \text{ cm}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \frac{0.07}{4} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N255, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.7 \cdot N(R)2$.

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

$$M_{Ed}^+ : \frac{1.17}{0} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N255, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{BackMedio})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

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

$$M_{Ed}^- : \frac{1.43}{0} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \frac{19.35}{0} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \frac{1}{0}$$

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

$$W_{pl,z} : \frac{73.90}{0} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \frac{261.9}{0} \text{ MPa}$
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$	
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \frac{275.0}{0} \text{ MPa}$
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.050} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N240, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA(BackMedio)(C)} + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB(BackMedio)(C)} + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{14.45} \text{ kN}$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{289.23} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{19.13} \text{ cm}^2$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$
b : Ancho de la sección.	$b : \underline{120.00} \text{ mm}$
t_f : Espesor del ala.	$t_f : \underline{9.80} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{6.20} \text{ mm}$
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	$r : \underline{15.00} \text{ mm}$

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

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 30.71 < 64.71 \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : \underline{30.71}$

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

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

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

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : \underline{0.92}$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

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

f_y : 275.00 MPa

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N240, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 1.46

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

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

$V_{c,Rd}$: 384.61

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 25.44

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

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 39.10

d : Altura del alma.

d : 220.40

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.20

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90

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

Siendo:

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

f_y : 275.00

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

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

14.45 kN ≤ 144.61 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H1.

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

V_{Ed} : 14.45 kN

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

$V_{c,Rd}$: 289.23 kN

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

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

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

$$1.46 \text{ kN} \leq 192.30 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$V_{Ed} : \underline{1.46} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{384.61} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.217} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.258} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.288} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N240, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{19.02} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed} : \underline{19.09} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

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

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

$$N_{pl,Rd} : \frac{1024.0}{5} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{96.12} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{19.35} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{39.10} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{367.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{73.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

ANEJO DE CÁLCULOS

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M1} : 1.05

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

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

k_y : 1.01

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

k_z : 1.08

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

$k_{y,LT}$: 0.99

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

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT}$: 1.00

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

χ_y : 0.84

χ_z : 0.33

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

χ_{LT} : 0.85

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

$\bar{\lambda}_y$: 0.71

$\bar{\lambda}_z$: 1.53

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

α_y : 0.60

α_z : 0.60

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA(BackMedio)}(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB(BackMedio)}(C) + 1.5 \cdot V(270^\circ)$
)H1.

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

14.45 kN ≤ **144.56** kN ✓

Donde:

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

$V_{Ed,z}$: 14.45 kN

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

$V_{c,Rd,z}$: 289.12 kN

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)$ H3.

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

$M_{T,Ed}$: 0.01 kN·m

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

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

$M_{T,Rd}$: 2.00 kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 13.21 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.050 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N240, para la combinación de acciones
0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H1.

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

V_{Ed} : 14.45 kN

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

$M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

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

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

$V_{pl,T,Rd}$: 289.12 kN

Donde:

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

$V_{pl,Rd}$: 289.23 kN

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

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

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

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 13.21 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

η : 0.004 ✓

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N240, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

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

V_{Ed} : 1.46 kN

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

M_{T,Ed} : 0.01 kN·m

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

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

V_{pl,T,Rd} : 384.00 kN

Donde:

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

V_{pl,Rd} : 384.61 kN

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

τ_{T,Ed} : 0.59 MPa

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

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 13.21 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

iv. Viga de cubierta intermedia

Perfil: IPE 330, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.)
Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud		Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicial	Final	d (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽⁴⁾ (mm)
N130	N134	10.198	104.03	53942.01	1181.61	40.49	0.00	159.25
Notas: (1) Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N130) (2) Inercia respecto al eje indicado (3) Momento de inercia a torsión uniforme (4) Coordenadas del centro de gravedad								
			Pandeo		Pandeo lateral			
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β			0.50	1.20	0.10	0.20		
L _k			5.099	12.238	1.000	2.000		
C _m			1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁			-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico								

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 1.74 ✓

Donde:

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

Clase : 3

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

A : 103.89 cm²

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

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 941.93 kN

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

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

N_{cr,y} : 7418.03 kN

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

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

N_{cr,z} : 941.93 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 8425.90 kN

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

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>53600.09</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1181.61</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>40.46</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>794193.64</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>12.238</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>5.099</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>2.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>22.96</u> cm

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

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>22.71</u> cm
	i_z : <u>3.37</u> cm
y₀, z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

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

73.19 ≤ 342.67 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>548.92</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>7.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>41.17</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>18.40</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.038 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 8.197 m del nudo N130, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H1.

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

N_{t,Ed} : 61.60 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

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

$$\eta : \underline{0.160} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N130, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{76.50} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{\frac{1639.5}{2}} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

$$N_{b,Rd} : \underline{476.84} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \frac{62.60}{\text{cm}^2}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{\text{a}}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{275.00}{\text{a}}$$

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

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{\text{a}}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$\chi_y : \frac{0.65}{\text{a}}$$

$$\chi_z : \frac{0.29}{\text{a}}$$

$$\chi_T : \frac{0.87}{\text{a}}$$

Siendo:

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

$$\phi_y : \frac{1.12}{\text{a}}$$

$$\phi_z : \frac{2.12}{\text{a}}$$

$$\phi_T : \frac{0.69}{\text{a}}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \frac{0.21}{\text{a}}$$

$$\alpha_z : \frac{0.34}{\text{a}}$$

$$\alpha_T : \frac{0.34}{\text{a}}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \frac{1.03}{\text{a}}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{1.66}{\text{a}}$$

$$\bar{\lambda}_T : \frac{0.52}{\text{a}}$$

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

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

$$N_{cr} : \frac{628.16}{\text{kN}}$$

$$\frac{1628.9}{\text{kN}}$$

$$N_{cr,y} : \frac{2}{\text{kN}}$$

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

$$N_{cr,z} : \frac{628.16}{\text{kN}}$$

$$\frac{6273.0}{\text{kN}}$$

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

$$N_{cr,T} : \frac{3}{\text{kN}}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \frac{0.482}{\text{a}} \checkmark$$

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

$$\eta : \frac{0.561}{\text{a}} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.001 m del nudo N130, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{GrúaNaveA(BackMedio)}(C) + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3$.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{79.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.001 m del nudo N130, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{SobrecargadeusoCubiertaG1}(G1)$.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{101.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$M_{b,Rd}^+ = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^+ \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^+ : \underline{204.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y}^- \cdot f_{yd} \quad M_{b,Rd}^- : \underline{180.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.97}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.86}$$

Siendo:

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

$$\Phi_{LT}^+ : \underline{0.56}$$

$$\Phi_{LT}^- : \underline{0.71}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

α_{LT} : 0.34

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

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

$\bar{\lambda}_{LT}^+$: 0.29

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

$\bar{\lambda}_{LT}^-$: 0.55

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

M_{cr}^+ : 2681.11 kN·m

M_{cr}^- : 720.33 kN·m

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

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

Siendo:

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

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

M_{LTV}^+ : 609.27 kN·m

M_{LTV}^- : 304.63 kN·m

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

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

M_{LTW}^+ : 2610.97 kN·m

M_{LTW}^- : 652.74 kN·m

Siendo:

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

$W_{el,y}$: 713.33 cm³

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

I_z : 788.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 28.06 cm⁴

E : Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G : Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

L_c^+ : 1.000 m

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

L_c^- : 2.000 m

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

C_1 : 1.00

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

$i_{f,z}^+$: 4.20 cm

$i_{f,z}^-$: 4.20 cm

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N130, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(90°)H1.

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

M_{Ed}^+ : 0.07 kN·m

Para flexión negativa:

ANEJO DE CÁLCULOS

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N130, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveA(BackMedio)}(C) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveB(FrontLado)}(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

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

$$M_{Ed} : \underline{0.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{154.0} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.9} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.0} \text{ MPa}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.106} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.875 m del nudo N130, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{SobrecargadeusoCubiertaG1}(G1)$.

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

$$V_{Ed} : \underline{43.53} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{409.06} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{27.05} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 36.13$$

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

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

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

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

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

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

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

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

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

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

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artuculo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N130, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GruaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GruaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(90)H1.

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

$$V_{Ed} : 0.01$$

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

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

$$V_{c,Rd} : 598.42$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

$$A_v : 39.58$$

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

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

$$A : 62.60$$

d : Altura del alma.

$$d : 307.00$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 7.50$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 261.90$$

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

Siendo:

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

$$f_y : 275.00$$

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

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

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

$$55.81 \text{ kN} \leq 366.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·SobrecargadeusoCubiertaG1(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{55.81} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{733.45} \text{ kN}$$

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

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

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

$$0.01 \text{ kN} \leq 438.32 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(90°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{876.64} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.519} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.644} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.678} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.001 m del nudo N130, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·SobrecargadeusoCubiertaG1(G1).

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{60.62} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{101.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

$$k_y : \underline{1.05}$$

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

$$k_z : \underline{1.18}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.98}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.65}$$

$$\chi_z : \underline{0.29}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.86}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.03}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.66}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·SobrecargadeusoCubiertaG1(G1).

$$55.81 \text{ kN} \leq 366.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 55.81 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 733.45 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N130, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: 3.69 kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.095 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.875 m del nudo N130, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 38.79 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 409.0
d: 0 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \frac{409.0}{6} \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \frac{0.06}{0} \text{ MPa}$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \frac{31.69}{261.9} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \frac{0}{0} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \frac{275.0}{0} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \frac{1.05}{0}$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.999 m del nudo N130, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(90°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd} : \underline{598.29} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{598.42} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.08} \text{ MPa}$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

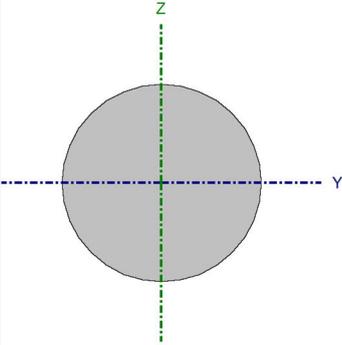
$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

v. Tirante

Perfil: R 23.6 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N239	N319	6.403	4.37	1.52	1.52	3.05
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.00	0.00	0.00	0.00	
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.000	
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda} < \underline{0.01}$ ✓

Donde:

- A**: Área bruta de la sección transversal de la barra.
- f_y**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
- N_{cr}**: Axil crítico de pandeo elástico.

A : 4.37 cm²
f_y : 265.00 MPa
N_{cr} : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.216}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(270°)H2.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 23.81 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{t,Rd} : 110.40 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 4.37 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

vi. Viga de atado

Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial	Final					
N392	N391	5.000	45.90	5790.00	420.00	15.90
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		1.00	1.00	0.00	0.00	
L _k		5.000	5.000	0.000	0.000	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 1.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.90 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 348.20 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 4800.18 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 348.20 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{\beta_0} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 5790.00 cm⁴

ANEJO DE CÁLCULOS

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>420.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>15.90</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>70600.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>5.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>5.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>11.63</u> cm

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>11.23</u> cm
	i_z : <u>3.02</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

37.82 ≤ 250.57 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>249.60</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>6.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>16.47</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>13.77</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η < 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

N_{t,Ed} : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	N_{t,Ed} : <u>0.03</u> kN
---	--

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} = A · f _{yd}	N_{t,Rd} : <u>1202.14</u> kN
---	---

ANEJO DE CÁLCULOS

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 45.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.04
3 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

η : 0.18
9 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H1+0.75·N(EI).

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

N_{c,Ed} : 51.88 kN

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

N_{c,Rd} : 1202.
14 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.90 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.9 MP
0 a

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.0 MP
0 a

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

N_{b,Rd} : 274.7
1 kN

Donde:

ANEJO DE CÁLCULOS

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : $\frac{45.90}{2}$ cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\frac{261.9}{a}$ MP
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$	f_{yd} : $\frac{0}{a}$
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\frac{275.0}{a}$ MP
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : $\frac{1.05}{1}$
χ : Coeficiente de reducción por pandeo.	
$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$	χ_y : $\frac{0.92}{1}$
	χ_z : $\frac{0.23}{1}$
Siendo:	
$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$	φ_y : $\frac{0.66}{1}$
	φ_z : $\frac{2.60}{1}$
α : Coeficiente de imperfección elástica.	α_y : $\frac{0.21}{1}$
	α_z : $\frac{0.34}{1}$
λ̄ : Esbeltez reducida.	
$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$	λ̄_y : $\frac{0.51}{1}$
	λ̄_z : $\frac{1.90}{1}$
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	N_{cr} : $\frac{348.2}{1}$ kN
N_{cr,y} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : $\frac{4800}{18}$ kN
N_{cr,z} : Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : $\frac{348.2}{0}$ kN
N_{cr,T} : Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : $\frac{\infty}{1}$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : **0.012** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N392, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : $\frac{1.49}{1}$ kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : $\frac{0.00}{1}$ kN·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

M_{c,Rd} : $\frac{126.76}{1}$ kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : $\frac{1}{1}$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 484.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N392, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.19 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: 334.07 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 22.09 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 45.90 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 135.00 mm

t_f : Espesor del ala.

t_f : 10.20 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 15.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$33.27 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 33.27$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{\max} : Esbeltez máxima.

$$\lambda_{\max} : 64.71$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : 0.92$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : 235.00 \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$1.04 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N392, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 1.04 \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 334.07 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : 0.055 \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.059 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.196 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N392, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^simo.

N_{c,Ed} : 51.88 kN

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^simos, seg^un los ejes Y y Z, respectivamente.

M_{y,Ed} : 1.49 kN·m

M_{z,Ed} : 0.00 kN·m

Clase: Clase de la secci3n, seg^un la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

Clase : 2

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

N_{pl,Rd} : 1202.

d : 14 mm

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

M_{pl,Rd,y} : 126.7 kN·m

d,y : 6 mm

M_{pl,Rd,z} : 25.40 kN·m

d,z : 25.40 mm

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

A: 3rea de la secci3n bruta.

A : 45.90 cm²

W_{pl,y}, W_{pl,z}: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

W_{pl,y} : 484.0 cm³

W_{pl,y} : 0 cm³

W_{pl,z} : 97.00 cm³

W_{pl,z} : 261.9 cm³

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero.

f_{yd} : 0 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.0 MPa

f_y : 0 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

k_y : 1.01

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

k_z : 1.26

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

C_{m,y} : 1.00

C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.92

χ_z : 0.23

λ_y, λ_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente.

λ_y : 0.51

λ_z : 1.90

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N392, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$1.04 \text{ kN} \leq 167.04 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,z} : \underline{1.04} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{334.07} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

vii. Viga carrilera

Perfil: HE 300 B Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N484	N485	5.000	149.10	25170.00	8563.00	189.18
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	5.000	5.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$: 0.75 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 149.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 7099.13 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 20867.11 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 7099.13 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 25170.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 8563.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 189.18 cm⁴

ANEJO DE CÁLCULOS

I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1688000.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>5.000</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>5.000</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>15.04</u> cm

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>12.99</u> cm
	i_z : <u>7.58</u> cm
y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

23.82 ≤ 169.05 ✓

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>262.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>11.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>28.82</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>57.00</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>265.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N485, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 24.17 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$

$N_{t,Rd}$: 3763.0
a : 0 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 149.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$

η : 0.005 ✓

$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(90°)H2+0.75·N(R)2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 18.48 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$

$N_{c,Rd}$: 3763.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 149.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad N_{b,Rd} : \underline{2619.12} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 149.10 cm²
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 252.38 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1 \quad \chi_y : \underline{0.91}$$

χ_z : 0.70

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right] \quad \phi_y : \underline{0.63}$$

φ_z : 0.91

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad \bar{\lambda}_y : \underline{0.44}$$

λ̄_z : 0.75

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 7099.13 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 20867.11 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 7099.13 kN

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.548} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N484, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺ :** 258.49 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd}$: 471.70 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$** : 1869.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 252.38 MPa

$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ η : 0.127 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N484, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(90°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 27.92 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N484, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(180°)H1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 1.78 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$ $M_{c,Rd}$: 0 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

ANEJO DE CÁLCULOS

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \frac{870.1}{0} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

$$f_{yd} : \frac{252.3}{8} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{265.0}{0} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.216 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N485, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \frac{149.5}{8} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \frac{691.4}{0} \text{ kN}$$

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

$$A_v : 47.45 \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \frac{149.1}{0} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \frac{300.0}{0} \text{ m}$$

t_f: Espesor del ala.

$$t_f : 19.00 \text{ m}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : 11.00 \text{ m}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : 27.00 \text{ m}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

$$f_{yd} : \frac{252.3}{8} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{265.0}{0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$\frac{18.9}{1} < 65.92$ ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 18.91

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.

ε : 0.94

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : $\frac{235.0}{0}$ MP a

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : $\frac{265.0}{0}$ MP a

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.010 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.501 m del nudo N484, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(9 0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 17.24 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$: $\frac{1752.}{63}$ kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : $\frac{120.2}{8}$ cm²

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

ANEJO DE CÁLCULOS

A: Área de la sección bruta.

$$A : \frac{149.1}{0} \text{ cm}^2$$

d: Altura del alma.

$$d : \frac{262.0}{0} \text{ m}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \frac{11.00}{0} \text{ m}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{252.3}{8} \text{ MP}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{265.0}{0} \text{ MP}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$105.42 \text{ kN} \leq 345.70 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 105.42 \text{ kN}$$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 691.40 \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$13.03 \text{ kN} \leq 876.31 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 13.03 \text{ kN}$$

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 1752.63 \text{ kN}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.677 ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.669 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N484, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 17.50 kN

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

M_{y,Ed}⁺ : 258.38 kN·m

M_{z,Ed}⁺ : 27.33 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

3763.0

N_{pl,Rd} : 0 kN

M_{pl,Rd,y}, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

M_{pl,Rd,y} : 471.70 kN·m

M_{pl,Rd,z} : 219.60 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ef,Ed} : 256.62 kN·m

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

σ_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

σ_{com,Ed} : 137.30 MPa

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

W_{y,com} : 1869.0 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 149.10 cm²

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

M_{b,Rd,y} : 471.70 kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

105.42 kN ≤ 345.38 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: $\frac{105.42}{}$ kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: $\frac{690.75}{}$ kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: $\frac{0.03}{}$ kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$M_{T,Rd}$: $\frac{14.51}{}$ kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : $\frac{99.57}{}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : $\frac{252.38}{}$ MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : $\frac{265.00}{}$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : $\frac{1.05}{}$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : $\frac{0.21}{6}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N485, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : $\frac{149.5}{8}$ kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \frac{0.01}{m} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \frac{691.2}{1} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \frac{691.4}{0} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \frac{0.10}{MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{99.57}{252.3} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{8}{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{265.0}{0} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.010} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.501 m del nudo N484, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(90°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \frac{17.24}{kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \frac{0.01}{m} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \frac{1751.}{97} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \frac{1752.}{63} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \frac{0.14}{MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \frac{99.57}{cm^3}$$

ANEJO DE CÁLCULOS

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{252.3}{8} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{265.0}{0} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : 1.05$$

viii. Barra que soporta la viga carrilera de la grúa

Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N495	N478	0.400	45.90	5790.00	420.00	15.90
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	0.400	0.400	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda} : 0.15 \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 2

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 45.90 \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 275.00 \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : 54406.19 \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : 750028.25 \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{54406.19} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{5790.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{420.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{15.90} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{70600.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.400} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.400} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{11.63} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, **i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{11.23} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.02} \text{ cm}$$

y₀, **z₀**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$37.82 \leq 250.57 \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$h_w : \underline{249.60} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$A_w : \underline{16.47} \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{13.77} \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.023} \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : 27.49 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \frac{1202.1}{4} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \frac{45.90}{2} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{a} \text{ MP}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{275.00}{a} \text{ MP}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+0.9·V(180°)H2+0.75·N(R)2.

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.74 \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N_{c,Rd}** viene dada por:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : 1202.14 \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 2$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \frac{45.90}{2} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \frac{261.90}{a} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \frac{275.00}{a} \text{ MPa}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}$: 0.15

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 45.90 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 54406.19 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 750028.25 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 54406.19 kN

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.74
7 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N478, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 94.6 kN·m
9

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

M_{c,Rd} : 126. kN·m
76

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,y} : 484. cm³
00

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261. MPa
90

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275. MPa
00

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

η : 0.16
0 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N495, para la combinación de acciones
 $0.8 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Oficina}(B) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 0.9 \cdot V(90^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{4.05} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N495, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{BackMedio})(C) + 0.9 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{3.53} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{25.4} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{97.0} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.71} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N478, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Oficina}(B) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{BackMedio})(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(R)1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{237.} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{334.} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{22.0} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{45.9} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{135.} \text{ m}$$

t_f : Espesor del ala.	t_f : $\frac{10.2}{0}$ m
t_w : Espesor del alma.	t_w : $\frac{6.60}{15.0}$ m
r : Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : $\frac{0}{0}$ m

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : $\frac{261.}{90}$ MP a
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$	
Siendo:	
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\frac{275.}{00}$ MP a
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : $\frac{1.05}{}$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 33.2 < 64.7 \quad 7 < 1 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.	λ_w : $\frac{33.2}{7}$
----------------------------------	--------------------------------

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{m\acute{a}x}$: $\frac{64.7}{1}$
--	--

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε : Factor de reducción.	ε : $\frac{0.92}{}$
--------------------------------------	---------------------------------

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.	f_{ref} : $\frac{235.}{00}$ MP a
f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : $\frac{275.}{00}$ MP a

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.038} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : $\underline{16.96}$
---	--------------------------------

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad V_{c,Rd} : \underline{444.96}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.	A_v : $\underline{29.43}$
--------------------------------------	-----------------------------

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

Siendo:

A: Área de la sección bruta.
d: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.

A: $\frac{45.90}{1}$ cm²
d: $\frac{249.60}{1}$ mm
t_w: $\frac{6.60}{1}$ mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: $\frac{261.90}{1}$ MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y: $\frac{275.00}{1}$ MPa
γ_{M0}: $\frac{1.05}{1}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{v,Rd}} \leq 1$$

η: $\frac{0.801}{1}$ ✓

Ya que el esfuerzo cortante solicitante **V_{Ed}** es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente **V_{c,Rd}**, es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión.

$$V_{Ed} > \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$\frac{237.25}{25} > \frac{167.04}{kN}$

Donde:

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}: $\frac{237.25}{1}$ kN

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd}: $\frac{334.07}{1}$ kN

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N478, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}: $\frac{94.69}{1}$ kN·m

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}: $\frac{237.25}{1}$ kN

El momento flector resistente de cálculo reducido **M_{v,Rd}** viene dado por:

$$M_{v,Rd} = \left(W_{pl} - \frac{\rho \cdot A_v^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \leq M_{c,Rd}$$

M_{v,Rd}: $\frac{118.20}{1}$ kN·m

Donde:

W_{pl}: Módulo resistente plástico.

W_{pl}: $\frac{484.00}{1}$ cm³

ρ: Coeficiente de reducción por interacción de esfuerzos.

ρ: $\frac{0.18}{1}$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

Siendo:

V_{pl,Rd}: Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo.

V_{pl,Rd}: $\frac{334.07}{1}$ kN

A_v: Área transversal a cortante.

A_v: $\frac{22.09}{1}$ cm²

t_w: Espesor del alma.

t_w: $\frac{6.60}{1}$ mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: $\frac{261.90}{1}$ MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

ANEJO DE CÁLCULOS

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$M_{c,Rd}$: Momento flector resistente de cálculo.

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : 1.05

$M_{c,Rd}$: 126.76 kN·m

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$16.96 \text{ kN} \leq \frac{222.48 \text{ kN}}{2} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 16.96 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 444.96 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.864 \checkmark

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.823 \checkmark

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N478, para la combinación de acciones

1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(270°)H2.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{t,Ed}$: 27.41 kN

$M_{y,Ed}$: 94.33 kN·m

$M_{z,Ed}$: 2.47 kN·m

Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: 1202.1 kN

$M_{pl,Rd,y}$: 126.76 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 25.40 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed} : \underline{-92.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed} : \underline{190.12} \text{ MPa}$

$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$

A : Área de la sección bruta.

$A : \underline{45.90} \text{ cm}^2$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ m}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{v,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{v,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{v,Rd,z}} \leq 1$

$\eta : \underline{0.920}$ ✓

Ya que el esfuerzo cortante solicitante V_{Ed} es superior al 50% del esfuerzo cortante resistente $V_{c,Rd}$, es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil.

$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$

$236.13 \text{ kN} \leq \underline{165.92} \text{ kN}$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z} : \underline{236.13} \text{ kN}$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z} : \underline{331.84} \text{ kN}$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N478, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.05 \cdot \text{Oficina}(B) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveA}(\text{FrontLado})(C) + 1.5 \cdot \text{GrúaNaveB}(\text{FrontLado})(C) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo.

$N_{t,Ed} : \underline{27.41} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed} : \underline{94.33} \text{ kN}$

$M_{z,Ed} : \underline{2.47} \text{ kN}$

El axil resistente de cálculo reducido $N_{v,Rd}$ viene dado por:

$N_{v,Rd} = A \cdot (1 - \rho_N) \cdot f_{yd} \leq N_{t,Rd}$

$N_{v,Rd} : \underline{1124.89} \text{ kN}$

Donde:

ρ_N : Coeficiente de reducción ponderado por interacción de esfuerzos.

$\rho_N = S_w \cdot \rho_{yy} + S_f \cdot \rho_{zz}$

$\rho_N : \underline{0.06}$

Siendo:

S_w : Relación entre el área bruta del alma y el área bruta de la sección.

$S_w : \underline{0.359}$

S_f : Relación entre el área bruta del ala y el área bruta de la sección.

$S_f : \underline{0.641}$

ANEJO DE CÁLCULOS

Los momentos flectores resistentes de cálculo reducido $M_{v,Rd,y}$ y $M_{v,Rd,z}$ vienen dados por:

$$M_{v,Rd,y} = \left(W_{pl,y} - \frac{\rho_{yy} \cdot A_{v,z}^2}{4 \cdot t_w} \right) \cdot f_{yd} \leq M_{c,Rd,y} \quad M_{v,Rd,y} : \underline{118.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{v,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot (1 - \rho_{zz}) \cdot f_{yd} \leq M_{c,Rd,z} \quad M_{v,Rd,z} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

ρ_{yy} , ρ_{zz} : Coeficientes de reducción por interacción de esfuerzos.

$$\rho_{yy} = \left(2 \cdot \frac{V_{Ed,z}}{V_{pl,Rd,z}} - 1 \right)^2 \quad \rho_{yy} : \underline{0.18}$$

$$V_{Ed,y} \leq \frac{V_{pl,Rd,y}}{2} \rightarrow \rho_{zz} = 0.00 \quad \rho_{zz} : \underline{0.00}$$

Siendo:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,y} : \underline{16.16} \text{ kN}$

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z} : \underline{236.13} \text{ kN}$

$V_{pl,Rd,y}$: Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo. $V_{pl,Rd,y} : \underline{441.99} \text{ kN}$

$V_{pl,Rd,z}$: Esfuerzo cortante plástico resistente de cálculo. $V_{pl,Rd,z} : \underline{331.84} \text{ kN}$

$A_{v,z}$: Áreas transversales a cortante. $A_{v,z} : \underline{22.09} \text{ cm}^2$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{6.60} \text{ mm}$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos. $W_{pl,y} : \underline{484.00} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{97.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

$N_{t,Rd}$: Axil resistente de cálculo. $N_{t,Rd} : \underline{1202.14} \text{ kN}$

$M_{c,Rd,y}$, $M_{c,Rd,z}$: Momentos flectores resistentes de cálculo. $M_{c,Rd,y} : \underline{126.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{c,Rd,z} : \underline{25.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{T,Ed}}{M_{T,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.024} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd} \quad M_{T,Rd} : \underline{2.36} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{15.59} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

ANEJO DE CÁLCULOS

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 275.00 MPa
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.71 7 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N478, para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(270°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 237.
25 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.06 m kN·

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$V_{pl,T,Rd}$: 330.
83 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 334.
07 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 3.65 MPa

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 15.5
9 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.
90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{MO}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.
00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{pl,T,Rd}} \leq 1$$

η : 0.038 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones
 1.35·PP+1.5·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.5·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9·V(0°)H3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 16.96 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.
El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{T,Ed} : \frac{0.01}{m} \text{ kN}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \frac{443.9}{9} \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} : \frac{444.9}{6} \text{ kN}$$

$$\tau_{T,Ed} : \frac{0.82}{MPa}$$

$$W_T : \frac{15.59}{261.9} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{0}{MPa}$$

$$f_y : \frac{275.0}{0} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{MPa}$$

Tabla 5. Cálculos de las comprobaciones del CTE de las barras

c. Cimentación

i. Zapatas

Zapata pilares hastiales

Referencia: N247		
Dimensiones: 370 x 185 x 90		
Armados: Xi:Ø20c/27 Yi:Ø16c/17 Xs:Ø20c/27 Ys:Ø16c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0354141 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.028449 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0386514 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		

ANEJO DE CÁLCULOS

<p>- En dirección X:</p> <p><i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i></p> <p>- En dirección Y:</p> <p><i>(1) Sin momento de vuelco</i></p>	<p>Reserva seguridad: 91.0 %</p>	<p>Cumple</p> <p>No procede⁽¹⁾</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Momento: -67.59 kN·m</p> <p>Momento: 64.75 kN·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <p>- En dirección X:</p> <p>- En dirección Y:</p>	<p>Cortante: 39.63 kN</p> <p>Cortante: 27.76 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>Criterio de CYPE</i></p>	<p>Máximo: 5000 kN/m²</p> <p>Calculado: 316.1 kN/m²</p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo:</p> <p><i>Criterio de CYPE</i></p>	<p>Mínimo: 15 cm</p> <p>Calculado: 90 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación:</p> <p>- N247:</p>	<p>Mínimo: 0 cm</p> <p>Calculado: 83 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cuantía geométrica mínima:</p> <p><i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 0.0012</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:</p> <p><i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

ANEJO DE CÁLCULOS

Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 17 cm Calculado: 27 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 17 cm Calculado: 27 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 98 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 98 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 106 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm Mínimo: 28 cm Calculado: 98 cm Mínimo: 28 cm Calculado: 98 cm Mínimo: 19 cm Calculado: 109 cm Mínimo: 0 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple

ANEJO DE CÁLCULOS

	Calculado: 0 cm	
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> • Zapata de tipo rígido • Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11 • Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05 • Cortante de agotamiento (En dirección X): 494.13 kN • Cortante de agotamiento (En dirección Y): 988.16 kN 		

Tabla 6. Comprobaciones cimentaciones de pilares hastiales

Zapatas pilares intermedios

Referencia: N118		
Dimensiones: 280 x 280 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/13 Yi:Ø12c/13 Xs:Ø12c/13 Ys:Ø12c/13		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0369837 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0342369 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0434583 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 166.3 %	Cumple

ANEJO DE CÁLCULOS

- En dirección Y:	Reserva seguridad: 215.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 61.89 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 71.47 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 48.76 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 57.09 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
- Situaciones persistentes:	Calculado: 307.7 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:	Mínimo: 15 cm	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 65 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:	Mínimo: 0 cm	Cumple
- N118:	Calculado: 59 cm	
Cuantía geométrica mínima:	Mínimo: 0.0012	
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:	Mínimo: 12 mm	
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:	Máximo: 30 cm	
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple

ANEJO DE CÁLCULOS

-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 13 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 13 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 69 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 69 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Zapata de tipo rígido • Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12 • Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.14 • Cortante de agotamiento (En dirección X): 581.05 kN • Cortante de agotamiento (En dirección Y): 581.05 kN 		

Tabla 7. Comprobaciones zapata de pilares intermedios

Zapatas pilares laterales

ii. Vigas de atado

Referencia: C.1.1 [N528-N230] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) • No llegan estados de carga a la cimentación. 		

Tabla 8. Comprobaciones vigas de atado

iii. Vigas centradoras

Referencia: VC.S-1 [N227-N241] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4Ø16 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armadura inferior: 4Ø16 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
-Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos:	Máximo: 32.5 cm	Cumple
-Situaciones persistentes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Calculado: 30 cm	
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
-Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos:	Mínimo: 3.2 cm ² /m	Cumple
-Situaciones persistentes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (5)</i>	Calculado: 3.35 cm ² /m	

ANEJO DE CÁLCULOS

<p>Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:</p> <p><i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i></p> <p>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):</p>	<p>Mínimo: 0.0012</p> <p>Calculado: 0.004</p>	<p>Cumple</p>
<p>- Armadura superior (Situaciones persistentes):</p>	<p>Calculado: 0.004</p>	<p>Cumple</p>
<p>Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:</p> <p><i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i></p> <p>- Armadura inferior (Situaciones persistentes):</p> <p>- Armadura superior (Situaciones persistentes):</p>	<p>Mínimo: 2.45 cm²</p> <p>Calculado: 8.04 cm²</p> <p>Calculado: 8.04 cm²</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:</p> <p>Situaciones persistentes:</p>	<p>Momento flector: 110.09 kN·m</p> <p>Axil: ± 0.00 kN</p> <p>Momento flector: -104.70 kN·m</p> <p>Axil: ± 0.00 kN</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje barras superiores origen:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>	<p>Mínimo: 43 cm</p> <p>Calculado: 44 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje barras inferiores origen:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>	<p>Mínimo: 30 cm</p> <p>Calculado: 31 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje de las barras de piel origen:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>	<p>Mínimo: 32 cm</p> <p>Calculado: 33 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Longitud de anclaje barras superiores extremo:</p> <p>- Situaciones persistentes:</p> <p><i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i></p>	<p>Mínimo: 27 cm</p> <p>Calculado: 28 cm</p>	<p>Cumple</p>

ANEJO DE CÁLCULOS

Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 34.02 kN	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 16.0 mm (Cumple) 		

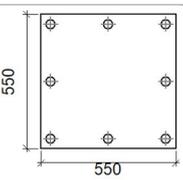
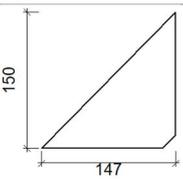
Tabla 9. Comprobaciones de vigas centradoras

d. Uniones

Las uniones se van a dividir en diferentes tipos en función del diseño, los esfuerzos que tengan y las barras que lleguen. A continuación se va a especificar la descripción de los componentes de la union, la comprobación y la medición de cada tipo de unión.

Tipo 1

a. Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		550	550	30	8	41	27	8	S275	275.0	410.0
Rigidizador		147	150	8	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

ANEJO DE CÁLCULOS

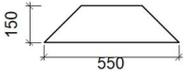
Rigidizador		550	150	8	-	-	-	-	S275	275.0	410.0
-------------	---	-----	-----	---	---	---	---	---	------	-------	-------

Tabla 10. Componentes de la unión tipo 1

b. Comprobación

1) Pilar HE 240 A

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1189	7.5	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [^] (N/mm ²)	t [^] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [^] (N/mm ²)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 236 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 46.7	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 47.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 128.22 kN Calculado: 106.62 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 89.75 kN Calculado: 10 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 128.22 kN Calculado: 120.9 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 100.68 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 208.318 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 392.86 kN Calculado: 9.38 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 68.2694 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 68.2684 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 242.285 MPa	Cumple

ANEJO DE CÁLCULOS

- Abajo:	Calculado: 242.387 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 10804.5	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 10805.3	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2945.35	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3401.62	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 209.7 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.159		
- Punto de tensión local máxima: (0.128, -0.275)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	147	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	--	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	147	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	--	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	147	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	--	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	147	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura al rigidizador en el extremo	En ángulo	6	--	135	8.0	90.00
Rigidizador x-x (y = -124): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 124): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	8	79	25.0	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _∧ (N/mm ²)	t _∧ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _∧ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = -111): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.							410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	
Rigidizador x-x (y = 111): Soldadura al rigidizador en el extremo	La comprobación no procede.						410.0	0.85	
Rigidizador y-y (x = -124): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	
Rigidizador y-y (x = 124): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85	
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	213.7	370.1	95.90	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 11. Comprobación de la unión tipo 1

c. Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	3748
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	8	628
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1189

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	550x550x30	71.24
	Rigidizadores pasantes	2	550/250x150/0x8	7.54
	Rigidizadores no pasantes	4	147/0x150/0x8	2.77
	Total			81.54
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 675	20.81
	Total			20.81

Tabla 12. Medición de la unión tipo 1

Tipo 2

a. Descripción de los componentes de la unión

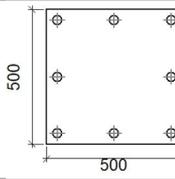
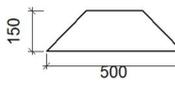
Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tip o	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		500	500	20	8	38	22	9	S275	275.0	410.0
Rigidizador		500	150	8	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

Tabla 13. Componentes de la unión tipo 2

b. Comprobación

1) Pilar HE 220 A

Cordones de soldadura

ANEJO DE CÁLCULOS

Comprobaciones geométricas							
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)		
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1098	7.0	90.00		
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>							
Comprobación de resistencia							
Ref.	Tensión de Von Mises					f _u (N/mm ²)	b _w
	s [∧] (N/mm ²)	t [∧] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.					410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 102.57 kN Calculado: 90.22 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 71.8 kN Calculado: 6.98 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 102.57 kN Calculado: 100.19 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 85.3 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 274.595 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 209.52 kN Calculado: 6.55 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 184.429 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 184.477 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 226.955 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 211.294 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1116.76	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1102.64	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3648.39	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3646.03	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 221.902 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.18		

ANEJO DE CÁLCULOS

- Punto de tensión local máxima: (-0.11, -0.25)

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	500	8.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	63	20.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [∧] (N/mm ²)	t [∧] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [∧] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 114): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	193.9	335.9	87.05	0.0	0.00	410.0	0.85

Tabla 14. Comprobaciones de la unión tipo 2

c. Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	1956
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1098

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	500x500x20	39.25
	Rigidizadores pasantes	2	500/210x150/0x8	6.69
	Total			45.94
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	∅ 20 - L = 660	13.02
	Total			13.02

Tabla 15. Medición de la unión tipo 2

Tipo 3

a. Comprobación

1) L100x12 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	16.65	134.28	12.40
Flector	--	--	--	51.05

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	12	100					
<i>I: Longitud efectiva</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [^] (N/mm ²)	t [^] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [^] (N/mm ²)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85

Tabla 16. Comprobación de la unión tipo 3

b. Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	12	200
Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L100x12	100	1.77
Total				1.77
Elementos de tornillería				
Tipo	Material	Cantidad	Descripción	
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M24	
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-24	

Tabla 17. Medición de la unión tipo 3

TIPO 4

a. Descripción de los componentes de la unión

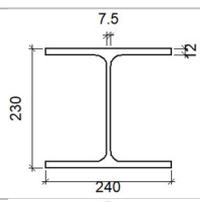
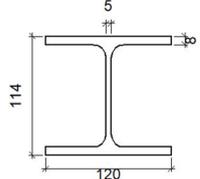
Pieza	Descripción	Perfiles					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 240 A		230	240	12	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 120 A		114	120	8	5	S275	275.0	410.0

Tabla 18. Componentes de la unión 4

b. Comprobación

- 1) Pilar HE 240 A
- 2) Viga HE 120 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	85.77	261.90	32.75

ANEJO DE CÁLCULOS

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	5.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [^] (N/mm ²)	t [^] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [^] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	50.5	50.5	1.3	101.1	26.19	50.5	15.40	410.0	0.85

Tabla 19. Comprobación de la unión tipo 4

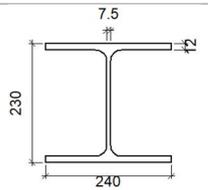
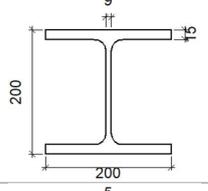
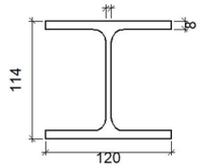
c. Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100

Tabla 20. Medición de la unión tipo 4

TIPO 5

a. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 240 A		230	240	12	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	275.0	410.0
Viga	HE 120 A		114	120	8	5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)

ANEJO DE CÁLCULOS

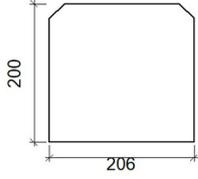
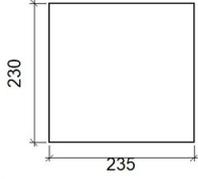
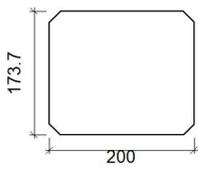
Rigidizador		206	200	15	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga HE 200 B		235	230	15	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga HE 200 B		200	173.7	9	S275	275.0	410.0

Tabla 21. Componentes de la unión 5

b. Comprobación

1) Pilar HE 240 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbellez	--	--	--	42.45
	Cortante	kN	14.14	234.75	6.02
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	100.70	261.90	38.45
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	113.47	261.90	43.32
Chapa frontal [Viga HE 200 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga HE 200 B]	Cortante	kN	22.23	231.35	9.61
Ala	Desgarro	N/mm ²	139.67	261.90	53.33
	Cortante	N/mm ²	90.68	261.90	34.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	95	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	164	7.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	8	235	15.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	95	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	164	7.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	8	235	15.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	144	7.5	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	144	9.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	170	9.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	170	9.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _∧ (N/mm ²)	t _∧ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _∧ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	87.2	151.1	39.14	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	14.4	24.9	6.46	0.0	0.00	410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	28.6	28.6	2.9	57.4	14.88	28.6	8.72	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	98.3	170.2	44.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	14.7	25.4	6.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	33.2	33.2	3.0	66.5	17.24	33.2	10.11	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	20.8	36.1	9.35	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	15.6	27.1	7.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	16.4	28.3	7.34	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	16.4	28.3	7.34	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga HE 120 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	130.94	261.90	49.99

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	5.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [^] (N/mm ²)	t [^] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [^] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	77.1	77.1	1.3	154.3	39.98	77.1	23.52	410.0	0.85

3) Viga HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	200	15.0	78.69	
Soldadura del alma	En ángulo	5	137	9.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	200	15.0	78.69	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [^] (N/mm ²)	t [^] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [^] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	38.1	31.2	3.3	66.4	17.21	38.1	11.62	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	13.1	22.8	5.90	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	35.9	43.7	3.4	84.0	21.77	35.9	10.93	410.0	0.85

Tabla 22. Comprobación de la unión tipo 5

c. Medición

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	943
			4	967
			5	762
			8	940
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			5	273
			8	771

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	206x200x15	9.70
	Chapas	1	200x173x9	2.45
		1	235x230x15	6.36
	Total			18.52

Tabla 23. Medición de la unión tipo 5

TIPO 6

a. Descripción de los componentes de la unión

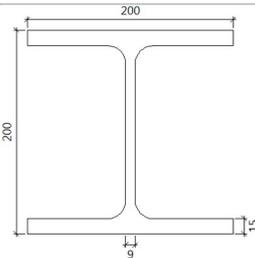
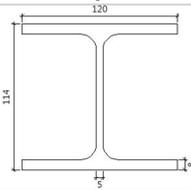
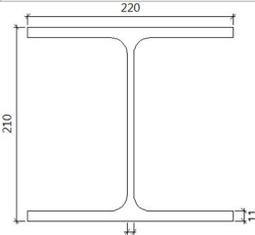
Elemento	Descripción	Geometría	Acero		
			Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
V1	HE 200 B		S275	275.00	430.00
V2	HE 120 A		S275	275.00	430.00
P1	HE 220 A		S275	275.00	430.00

Tabla 24. Componentes de la unión tipo 6

b. Comprobación

Deformación - Perfiles				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Apro v. (%)

ANEJO DE CÁLCULOS

V1 - Ala Sup.	[1] 1.35-PP+1.5-Cubierta(G1)	0.01557	5.0000	0.31
V1 - Ala inf.	[1] 1.35-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2	0.08725	5.0000	1.75
V1 - Alma	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2	0.08320	5.0000	1.66
V2 - Ala Sup.	[1] 1.35-PP+1.5-Cubierta(G1)	0.04579	5.0000	0.92
V2 - Ala inf.	[1] 1.35-PP+1.5-Cubierta(G1)	0.03984	5.0000	0.80
V2 - Alma	[1] 1.35-PP+1.5-Cubierta(G1)	0.02760	5.0000	0.55
P1 - Ala Sup.	[1] 1.35-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2	0.02202	5.0000	0.44
P1 - Ala inf.	[1] 1.35-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2	0.02563	5.0000	0.51
P1 - Alma	[1] 1.35-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2	0.01503	5.0000	0.30

Deformación - Placas				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Apro. v. (%)
PLACA 1	[1] 1.35-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2	0.01421	5.0000	0.28

Resistencia - Soldaduras en ángulo									
Elemento	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	b _w
	s ^a (MPa)	t ^a (MPa)	t// (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	s ^a (MPa)	Aprov. (%)		
AJUSTE1 - Ala Sup. - Frontal	13.52	14.30	15.40	38.83	9.59	15.33	4.95	430.00	0.85
AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 1	14.31	13.52	15.40	38.28	9.46	14.31	4.62	430.00	0.85
AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 2	16.55	15.33	9.96	35.73	8.83	16.55	5.35	430.00	0.85
AJUSTE1 - Ala inf. - Frontal	9.57	9.69	11.78	28.11	6.94	11.74	3.79	430.00	0.85
AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 1	9.70	9.58	11.78	28.03	6.93	10.18	3.29	430.00	0.85
AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 2	12.26	11.74	7.82	27.33	6.75	12.26	3.96	430.00	0.85
AJUSTE1 - Alma - Frontal	4.12	3.32	19.74	34.92	8.63	6.04	1.95	430.00	0.85
AJUSTE1 - Alma - Trasero	3.32	4.12	19.74	35.09	8.67	5.02	1.62	430.00	0.85
SOLDADURA1 - 1	47.81	6.48	39.57	84.32	20.84	49.07	15.85	430.00	0.85
SOLDADURA1 - 2	26.43	9.82	34.04	66.82	16.51	31.02	10.02	430.00	0.85
AJUSTE2 - Ala Sup. - Frontal	41.49	7.79	2.21	43.80	10.82	41.49	13.40	430.00	0.85
AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 1	12.46	21.07	9.37	41.83	10.34	14.41	4.65	430.00	0.85
AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 2	15.02	23.21	8.55	45.40	11.22	15.02	4.85	430.00	0.85
AJUSTE2 - Ala inf. - Frontal	38.21	5.82	0.10	39.52	9.76	38.21	12.34	430.00	0.85
AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 1	18.37	26.42	5.81	50.32	12.43	18.37	5.93	430.00	0.85
AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 2	19.84	28.73	6.20	54.63	13.50	19.84	6.41	430.00	0.85
AJUSTE2 - Alma - Frontal	17.48	17.57	2.62	35.39	8.74	17.48	5.65	430.00	0.85
AJUSTE2 - Alma - Trasero	17.57	17.48	2.62	35.30	8.72	17.57	5.68	430.00	0.85

Tabla 25. Comprobación de la unión tipo 6

ANEJO DE CÁLCULOS

c. Medición

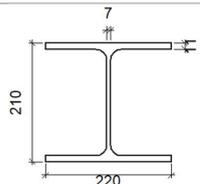
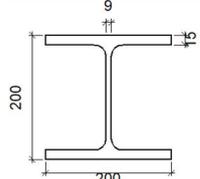
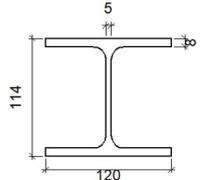
Placas				
Elemento	Espesor (mm)	Acero		
		Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
PLACA1	20.0	S235	235.00	360.00

Cordones de soldadura						
Elemento	Tipo	Electrodo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (°)
AJUSTE1 - Ala Sup. - Frontal AJUSTE1 - Ala inf. - Frontal	Soldadura en ángulo		4.0	224.4	11.0	90.0
AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 1 AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 2 AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 1 AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 2	Soldadura en ángulo		4.0	90.3	11.0	90.0
AJUSTE1 - Alma - Frontal	Soldadura en ángulo		4.0	152.0	7.0	101.3
AJUSTE1 - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	152.0	7.0	78.7
SOLDADURA1 - 1 SOLDADURA1 - 2	Soldadura en ángulo		4.0	240.0	15.0	90.0
AJUSTE2 - Ala Sup. - Frontal AJUSTE2 - Ala inf. - Frontal	Soldadura en ángulo		4.0	120.0	8.0	90.0
AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 1 AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 2 AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 1 AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 2	Soldadura en ángulo		4.0	45.5	8.0	90.0
AJUSTE2 - Alma - Frontal AJUSTE2 - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	74.0	5.0	90.0

Tabla 26. Medición de la unión tipo 6

TIPO 7

a. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 220 A		210	220	11	7	S275	275.0	410.0
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	275.0	410.0
Viga	HE 120 A		114	120	8	5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)

ANEJO DE CÁLCULOS

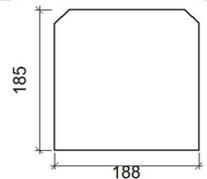
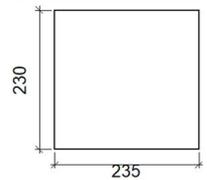
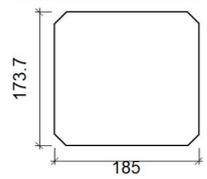
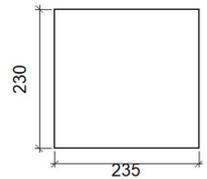
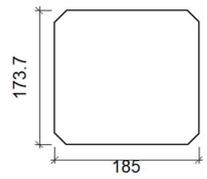
Rigidizador		188	185	15	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) HE 200 B		235	230	15	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) HE 200 B		185	173.7	9	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HE 200 B		235	230	15	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) HE 200 B		185	173.7	9	S275	275.0	410.0

Tabla 27. Componentes de la unión tipo 7

b. Comprobación

1) Pilar HE 220 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	41.50
	Cortante	kN	25.57	200.05	12.78
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	92.67	261.90	35.38
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	41.60	261.90	15.88
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	92.78	261.90	35.42
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	41.63	261.90	15.90
Chapa frontal [Viga (c) HE 200 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) HE 200 B]	Cortante	kN	39.38	210.94	18.67
Chapa frontal [Viga (b) HE 200 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HE 200 B]	Cortante	kN	39.56	210.94	18.75
Ala	Desgarro	N/mm ²	63.26	261.90	24.15
	Cortante	N/mm ²	76.34	261.90	29.15

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	8	235	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	8	235	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	8	235	15.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	8	235	15.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	144	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	144	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	155	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	155	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	144	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	144	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	155	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	155	9.0	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	80.3	139.0	36.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.2	50.6	13.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	23.5	23.5	0.8	47.1	12.20	23.5	7.18	410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	36.0	62.4	16.18	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	29.2	50.7	13.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	9.1	9.1	2.6	18.7	4.85	9.1	2.77	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	80.3	139.2	36.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	29.2	50.6	13.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	23.5	23.5	0.9	47.1	12.20	23.5	7.18	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	36.1	62.5	16.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	29.3	50.7	13.14	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	9.1	9.1	2.6	18.7	4.85	9.1	2.77	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	39.7	68.7	17.81	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	29.8	51.5	13.35	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al	0.0	0.0	31.8	55.0	14.26	0.0	0.00	410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

rigidizador superior									
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	31.8	55.0	14.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	39.8	69.0	17.89	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	29.9	51.8	13.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	31.9	55.3	14.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	31.9	55.3	14.32	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) HE 120 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	167.75	261.90	64.05

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	5.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov (%)		
Soldadura del alma	98.8	98.8	2.2	197.7	51.22	98.8	30.13	410.0	0.85

3) Viga (c) HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo		a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura del ala superior	En ángulo		8	200	15.0	78.69			
Soldadura del alma	En ángulo		5	137	9.0	90.00			
Soldadura del ala inferior	En ángulo		8	200	15.0	78.69			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov (%)		
Soldadura del ala superior	27.1	33.1	0.9	63.5	16.45	31.3	9.55	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	25.0	43.3	11.23	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	21.9	26.7	2.3	51.3	13.29	26.4	8.04	410.0	0.85

4) Viga (b) HE 200 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo		a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura del ala superior	En ángulo		8	200	15.0	78.69			
Soldadura del alma	En ángulo		5	137	9.0	90.00			
Soldadura del ala inferior	En ángulo		8	200	15.0	78.69			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov (%)		
Soldadura del ala superior	29.9	36.5	0.1	69.9	18.10	34.5	10.51	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	25.1	43.5	11.28	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	21.5	26.3	2.3	50.5	13.09	25.9	7.89	410.0	0.85

Tabla 28. Comprobación de la unión tipo 7

c. Medición

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	1791
			4	1815
			5	1416
			8	1880
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	100
			5	547
			8	1542

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x15	16.38
	Chapas	2	185x173x9	4.54
		2	235x230x15	12.73
	Total			33.65

Tabla 29. Medición de la unión tipo 7

TIPO 8

a. Descripción de los componentes de la unión

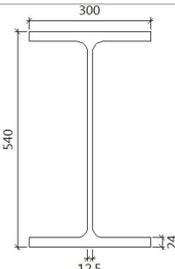
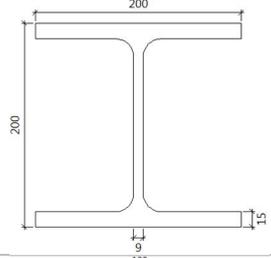
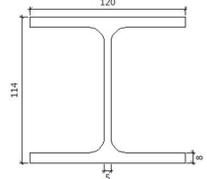
Elemento	Descripción	Geometría	Acero		
			Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
P1	HE 550 A		S275	275.00	430.00
V1 V2	HE 200 B		S275	275.00	430.00
V3	HE 120 A		S275	275.00	430.00

Tabla 30. Componentes de la unión tipo 8

b. Comprobación

Deformación - Perfiles				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límit e (%)	Apr ov. (%)

ANEJO DE CÁLCULOS

P1 - Ala Sup.	[1] 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI)	0.04651	5.00000	0.93
P1 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.03806	5.00000	0.76
P1 - Alma	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	2.51390	5.00000	50.28
V1 - Ala Sup.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.05552	5.00000	1.11
V1 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.28362	5.00000	5.67
V1 - Alma	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.06500	5.00000	1.30
V2 - Ala Sup.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.05861	5.00000	1.17
V2 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.13593	5.00000	2.72
V2 - Alma	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.04717	5.00000	0.94
V3 - Ala Sup.	[1] 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1	0.04434	5.00000	0.89
V3 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.05843	5.00000	1.17
V3 - Alma	[1] 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI)	0.03484	5.00000	0.70

Deformación - Placas

Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Apro v. (%)
PLACA1	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.58313	5.00000	11.66
PLACA2	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(0°)H3	0.59901	5.00000	11.98

Resistencia - Soldaduras en ángulo

Elemento	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	b _w
	s _a (MPa)	t _a (MPa)	t _r (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	s _a (MPa)	Aprov. (%)		
AJUSTE2 - Ala Sup. - Frontal	109.41	139.43	130.37	348.25	96.74	154.41	59.57	360.00	0.80
AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 1	139.59	109.61	130.35	326.35	90.65	139.59	53.85	360.00	0.80
AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 2	68.06	50.95	114.11	226.89	63.03	76.11	29.37	360.00	0.80
AJUSTE2 - Ala inf. - Frontal	67.62	45.30	71.74	161.76	44.93	68.88	26.57	360.00	0.80
AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 1	45.47	68.09	71.64	177.12	49.20	47.28	18.24	360.00	0.80
AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 2	28.58	53.47	70.85	156.38	43.44	28.86	11.13	360.00	0.80
AJUSTE2 - Alma - Frontal	13.00	14.65	53.93	97.66	27.13	36.40	14.04	360.00	0.80
AJUSTE2 - Alma - Trasero	14.65	13.00	53.93	97.19	27.00	34.90	13.46	360.00	0.80
AJUSTE1 - Ala Sup. - Frontal	71.54	88.65	88.43	228.38	63.44	150.07	57.90	360.00	0.80
AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 1	38.57	26.89	96.15	177.18	49.22	54.55	21.05	360.00	0.80
AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 2	88.75	71.66	88.41	216.18	60.05	88.75	34.24	360.00	0.80
AJUSTE1 - Ala inf. - Frontal	112.69	80.50	88.57	235.95	65.54	116.84	45.08	360.00	0.80
AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 1	33.43	58.47	73.18	165.64	46.01	34.84	13.44	360.00	0.80
AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 2	80.95	113.57	88.54	262.22	72.84	80.95	31.23	360.00	0.80
AJUSTE1 - Alma - Frontal	12.12	13.44	49.40	89.49	24.86	30.23	11.66	360.00	0.80
AJUSTE1 - Alma - Trasero	13.44	12.12	49.40	89.12	24.75	32.08	12.38	360.00	0.80

ANEJO DE CÁLCULOS

AJUSTE4 - Ala Sup. - Frontal	85.72	71.04	6.26	150.35	37.15	85.73	27.69	430.00	0.85
AJUSTE4 - Ala Sup. - Trasero 1	43.24	45.88	12.08	92.86	22.94	43.24	13.97	430.00	0.85
AJUSTE4 - Ala Sup. - Trasero 2	30.23	31.74	9.05	64.66	15.98	30.23	9.76	430.00	0.85
AJUSTE4 - Ala inf. - Frontal	80.37	62.70	10.16	136.25	33.67	80.37	25.96	430.00	0.85
AJUSTE4 - Ala inf. - Trasero 1	27.65	28.76	8.77	58.97	14.57	27.65	8.93	430.00	0.85
AJUSTE4 - Ala inf. - Trasero 2	40.18	42.96	5.67	85.12	21.03	40.18	12.98	430.00	0.85
AJUSTE4 - Alma - Frontal	28.84	28.59	0.22	57.31	14.16	28.84	9.31	430.00	0.85
AJUSTE4 - Alma - Trasero	28.59	28.84	0.22	57.55	14.22	28.59	9.24	430.00	0.85
SOLDADURA1 - 1	194.42	147.80	44.93	330.75	91.87	194.42	75.01	360.00	0.80
SOLDADURA1 - 2	142.25	99.41	124.34	310.27	86.19	151.22	58.34	360.00	0.80
SOLDADURA1 - 3	178.84	137.56	5.99	298.10	82.81	178.84	69.00	360.00	0.80
SOLDADURA1 - 4	35.58	142.23	23.77	252.30	70.08	72.37	27.92	360.00	0.80
SOLDADURA2 - 1	187.81	149.47	33.88	325.18	90.33	187.81	72.46	360.00	0.80
SOLDADURA2 - 2	175.57	80.84	129.37	317.24	88.12	175.57	67.74	360.00	0.80
SOLDADURA2 - 3	183.09	138.60	1.98	301.93	83.87	183.09	70.64	360.00	0.80
SOLDADURA2 - 4	21.47	91.53	17.36	162.78	45.22	122.11	47.11	360.00	0.80

Tabla 31. Comprobación de la unión tipo 8

c. Medición

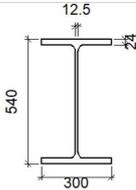
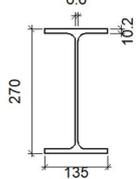
Placas				
Elemento	Espesor (mm)	Acero		
		Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
PLACA1 PLACA2	10.0	S235	235.00	360.00

Cordones de soldadura						
Elemento	Tipo	Electrodo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (°)
AJUSTE2 - Ala Sup. - Frontal AJUSTE1 - Ala Sup. - Frontal	Soldadura en ángulo		4.0	200.0	10.0	78.7
AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 1 AJUSTE2 - Ala Sup. - Trasero 2 AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 1 AJUSTE1 - Ala Sup. - Trasero 2	Soldadura en ángulo		4.0	77.5	10.0	101.3
AJUSTE2 - Ala inf. - Frontal AJUSTE1 - Ala inf. - Frontal	Soldadura en ángulo		4.0	200.0	10.0	101.3
AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 1 AJUSTE2 - Ala inf. - Trasero 2 AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 1 AJUSTE1 - Ala inf. - Trasero 2	Soldadura en ángulo		4.0	77.5	10.0	78.7
AJUSTE2 - Alma - Frontal AJUSTE2 - Alma - Trasero AJUSTE1 - Alma - Frontal AJUSTE1 - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	136.7	9.0	90.0
AJUSTE4 - Ala Sup. - Frontal AJUSTE4 - Ala inf. - Frontal	Soldadura en ángulo		4.0	120.0	8.0	90.0
AJUSTE4 - Ala Sup. - Trasero 1 AJUSTE4 - Ala Sup. - Trasero 2 AJUSTE4 - Ala inf. - Trasero 1 AJUSTE4 - Ala inf. - Trasero 2	Soldadura en ángulo		4.0	45.5	8.0	90.0
AJUSTE4 - Alma - Frontal AJUSTE4 - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	74.0	5.0	90.0
SOLDADURA1 - 1 SOLDADURA1 - 3 SOLDADURA2 - 1 SOLDADURA2 - 3	Soldadura en ángulo		6.0	220.0	10.0	90.0
SOLDADURA1 - 2 SOLDADURA1 - 4 SOLDADURA2 - 2 SOLDADURA2 - 4	Soldadura en ángulo		6.0	300.0	10.0	90.0

Tabla 32. Medición de la unión tipo 8

TIPO 9

a. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 550 A		540	300	24	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

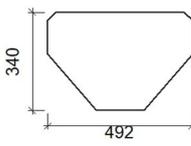
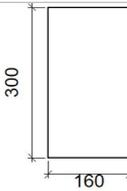
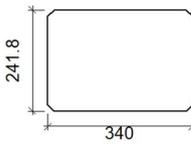
Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		492	340	18	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 270		160	300	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 270		340	241.8	7	S275	275.0	410.0

Tabla 33. Componentes de la unión

b. Comprobación

1) Pilar HE 550 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	60.83
	Cortante	kN	0.13	918.61	0.01
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	30.00	261.90	11.46
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	27.78	261.90	10.61
Chapa frontal [Viga (b) IPE 270]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 270]	Cortante	kN	5.72	224.19	2.55
Ala	Desgarro	N/mm ²	30.09	261.90	11.49
	Cortante	N/mm ²	15.21	261.90	5.81

Cordones de soldadura

ANEJO DE CÁLCULOS

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	117	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	438	12.5	90.00				
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	117	18.0	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	438	12.5	90.00				
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	212	7.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	212	7.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	310	7.0	90.00				
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	310	7.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [⊥] (N/mm ²)	t [⊥] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [⊥] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	19.5	33.8	8.75	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.0	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	33.8	33.8	0.0	67.6	17.51	33.8	10.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	18.0	31.3	8.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	30.9	30.9	0.0	61.8	16.02	30.9	9.42	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	4.5	7.8	2.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	4.5	7.8	2.01	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	53.78	261.90	20.54

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [⊥] (N/mm ²)	t [⊥] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [⊥] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	27.5	27.5	12.3	59.0	15.29	27.6	8.41	410.0	0.85

3) Viga (b) IPE 270

Cordones de soldadura

ANEJO DE CÁLCULOS

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	220	6.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	42.6	42.6	0.1	85.3	22.10	42.6	13.00	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	4.4	7.5	1.95	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	39.4	39.4	0.1	78.7	20.40	39.4	12.00	410.0	0.85

Tabla 34. Comprobación de la unión tipo 9

c. Medición

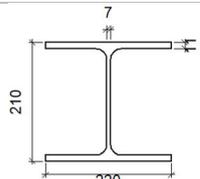
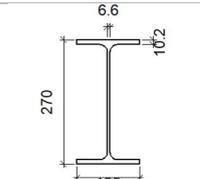
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	2087
			5	2392
			8	934
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	439
			4	290
			5	508

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	492x340x18 (166+160+166x196+144x18)	38.07
	Chapas	1	340x241x7	4.52
		1	160x300x11	4.14
	Total			

Tabla 35. Medición de la unión tipo 9

TIPO 10

a. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 220 A		210	220	11	7	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios		
Pieza	Geometría	Acero

ANEJO DE CÁLCULOS

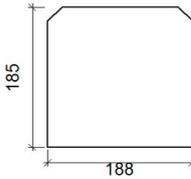
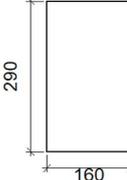
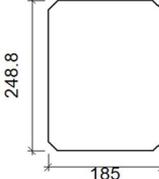
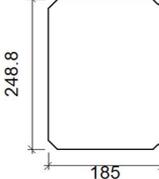
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		188	185	11	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 270		160	290	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 270		185	248.8	7	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 270		160	290	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 270		185	248.8	7	S275	275.0	410.0

Tabla 36. Componentes de la unión tipo 10

b. Comprobación

1) Pilar HE 220 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	41.50
	Cortante	kN	0.53	257.97	0.20
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	37.44	261.90	14.30
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	41.14	261.90	15.71
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	37.01	261.90	14.13
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	37.17	261.90	14.19
Chapa frontal [Viga (c) IPE 270]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 270]	Cortante	kN	4.65	164.06	2.84
Chapa frontal [Viga (b) IPE 270]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 270]	Cortante	kN	4.40	164.06	2.68
Ala	Desgarro	N/mm ²	80.67	261.90	30.80
	Cortante	N/mm ²	59.78	261.90	22.83

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	89	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	152	7.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	160	11.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	219	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	219	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	219	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	219	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	155	7.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	155	7.0	90.00

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _σ (N/mm ²)	t _σ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _σ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	23.8	41.2	10.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.4	0.8	0.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	18.1	18.1	0.1	36.2	9.39	18.1	5.52	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	26.1	45.3	11.73	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.3	0.6	0.16	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	20.3	20.3	0.1	40.6	10.51	20.3	6.18	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	23.5	40.7	10.55	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.4	0.8	0.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	18.2	18.2	0.0	36.4	9.42	18.2	5.54	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	23.6	40.9	10.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.4	0.6	0.17	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	18.0	18.0	0.1	36.1	9.34	18.0	5.50	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	5.0	8.7	2.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	5.0	8.7	2.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	4.3	7.4	1.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	4.3	7.4	1.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	4.7	8.2	2.13	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	4.7	8.2	2.13	0.0	0.00	410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

2) Viga (a) IPE 270

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	70.15	261.90	26.78

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	145	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	2.4	2.4	33.4	58.0	15.03	4.0	1.22	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	220	6.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	27.8	27.8	0.1	55.7	14.42	27.8	8.48	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	4.5	7.8	2.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.4	30.4	0.1	60.8	15.76	30.4	9.27	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	135	10.2	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	3	220	6.6	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	135	10.2	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	30.5	30.5	0.3	60.9	15.79	30.5	9.29	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	4.2	7.4	1.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	30.3	30.3	0.2	60.5	15.69	30.3	9.23	410.0	0.85

Tabla 37. Comprobación unión tipo 10

c. Medición

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	4206
			5	2696
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	878
			4	290
			5	1015

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	188x185x11	12.01
	Chapas	2	185x248x7	5.06
		2	160x290x11	8.01
	Total			

Tabla 38. Medición de la unión tipo 10

TIPO 11

a. Descripción de los componentes de la unión

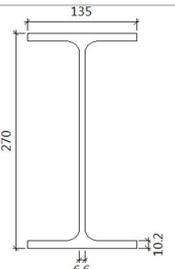
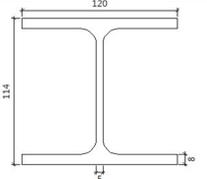
Perfiles de acero					
Elemento	Descripción	Geometría	Acero		
			Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
V1 V2 V3 V4	IPE 270		S275	275.00	430.00
P1	HE 120 A		S275	275.00	430.00

Tabla 39. Componentes de la unión

b. Comprobación

Deformación - Perfiles				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Apr. ov. (%)
V1 - Ala Sup.	[1] 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1	0.00884	5.0000	0.18
V1 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1	0.01046	5.0000	0.21
V1 - Alma	[1] 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1	0.25862	5.0000	5.17
V2 - Ala Sup.	[1] 0.8·PP+1.05·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1	0.03014	5.0000	0.60

ANEJO DE CÁLCULOS

V2 - Ala inf.	[1] 0.8-PP+1.05-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(270°)H2+0.75-N(R)1	0.04720	5.00000	0.94
V2 - Alma	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(270°)H2+0.75-N(R)1	0.24920	5.00000	4.98
V3 - Ala Sup.	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(270°)H2+0.75-N(EI)	0.03224	5.00000	0.64
V3 - Ala inf.	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)	0.03118	5.00000	0.62
V3 - Alma	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(0°)H3+0.75-N(EI)	0.04508	5.00000	0.90
V4 - Ala Sup.	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(270°)H2+0.75-N(EI)	0.03170	5.00000	0.63
V4 - Ala inf.	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(180°)H2	0.03108	5.00000	0.62
V4 - Alma	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(270°)H2+0.75-N(EI)	0.04555	5.00000	0.91
P1 - Ala Sup.	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(0°)H3+0.75-N(R)2	0.04097	5.00000	0.82
P1 - Ala inf.	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9-V(180°)H3+0.75-N(R)1	0.04300	5.00000	0.86
P1 - Alma	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(0°)H3+0.75-N(R)2	0.02319	5.00000	0.46

Deformación - Placas				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Aprov. (%)
RIGIDIZADO R1 - 1a	[1] 0.8-PP+1.05-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(180°)H3+0.75-N(R)1	0.02061	5.00000	0.41
RIGIDIZADO R1 - 1b	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9-V(270°)H2	0.01605	5.00000	0.32
RIGIDIZADO R1 - 2a	[1] 0.8-PP+1.05-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(270°)H2+0.75-N(R)1	0.01683	5.00000	0.34
RIGIDIZADO R1 - 2b	[1] 0.8-PP+1.05-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(180°)H3	0.01463	5.00000	0.29
RIGIDIZADO R1 - 3a	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+0.9-V(180°)H3+0.75-N(R)1	0.02864	5.00000	0.57
RIGIDIZADO R1 - 3b	[1] 1.35-PP+1.5-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(0°)H4+0.75-N(R)2	0.02846	5.00000	0.57
PLACA1	[1] 0.8-PP+1.05-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(270°)H2+0.75-N(R)1	0.00591	5.00000	0.12
PLACA2	[1] 0.8-PP+1.05-Oficina(B)+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(180°)H3+0.75-N(R)1	0.00939	5.00000	0.19
PLACA3	[1] 1.35-PP+1.05-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H4+0.75-N(R)2	0.00920	5.00000	0.18
PLACA4	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5-V(270°)H2+0.75-N(R)1	0.00822	5.00000	0.16

ANEJO DE CÁLCULOS

PLACA5	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(BackMedio)(C)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)1	0.01085	5.00 000	0.2 2
PLACA6	[1] 1.35·PP+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2	0.01082	5.00 000	0.2 2
FRONTAL1	[1] 1.35·PP+1.5·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(180°)H1+0.75·N(EI)	0.03940	5.00 000	0.7 9
FRONTAL2	[1] 1.35·PP+1.5·Oficina(B)+1.05·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9·V(180°)H1	0.04078	5.00 000	0.8 2

Disposición - Tornillos					
Elemento	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)
FRONTAL1 - 1	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL1 - 2	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL1 - 3	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL1 - 4	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL2 - 1	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL2 - 2	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL2 - 3	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0
FRONTAL2 - 4	14.0	20.0	20.0	80.0	80.0

Resistencia - Tornillos									
Elemento	Tracción				Cortante				Interacción
	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Bp,Rd (kN)	Aprov. (%)	Fv,Ed (kN)	Fv,Rd (kN)	Fb,Rd (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)
FRONTAL1 - 1	8.15	24.28	111.77	33.58	9.94	16.19	36.17	61.40	83.22
FRONTAL1 - 2	1.55	24.28	111.77	6.40	9.84	16.19	36.17	60.79	64.36
FRONTAL1 - 3	8.37	24.28	111.77	34.48	9.86	16.19	36.17	60.95	85.50
FRONTAL1 - 4	1.45	24.28	111.77	5.97	9.79	16.19	36.17	60.46	64.71
FRONTAL2 - 1	8.44	24.28	111.77	34.77	9.94	16.19	36.17	61.41	84.20
FRONTAL2 - 2	1.79	24.28	111.77	7.35	9.84	16.19	36.17	60.80	64.14
FRONTAL2 - 3	8.48	24.28	111.77	34.92	9.87	16.19	36.17	61.00	85.94
FRONTAL2 - 4	1.75	24.28	111.77	7.21	9.78	16.19	36.17	60.40	65.54

Resistencia - Soldaduras en ángulo										
Elemento	Tensión de Von Mises					Tensión normal			f _u (MPa)	b _w
	s [^] (MPa)	t [^] (MPa)	t _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	s [^] (MPa)	Aprov. (%)			
RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala Sup. - Frontal	1.56	9.56	9.95	23.96	5.92	2.56	0.83	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala Sup. - Trasero	9.56	1.56	9.95	19.90	4.92	11.60	3.75	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala inf. - Frontal	2.49	9.07	2.54	16.50	4.08	3.45	1.12	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala inf. - Trasero	1.91	0.26	8.21	14.35	3.55	9.21	2.97	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1a - Alma - Frontal	33.13	36.68	0.14	71.66	17.71	33.13	10.70	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1a - Alma - Trasero	36.68	33.13	0.14	68.11	16.83	36.68	11.85	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala Sup. - Frontal	1.93	9.57	14.08	29.55	7.30	2.73	0.88	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala Sup. - Trasero	9.57	1.93	14.08	26.41	6.53	11.58	3.74	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala inf. - Frontal	0.17	12.01	5.24	22.69	5.61	2.50	0.81	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala inf. - Trasero	1.48	0.36	11.32	19.67	4.86	12.01	3.88	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1b - Alma - Frontal	35.23	34.76	0.13	69.75	17.24	35.23	11.38	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 1b - Alma - Trasero	34.76	35.23	0.13	70.22	17.35	34.76	11.23	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala Sup. - Frontal	7.98	2.10	9.11	18.06	4.46	12.71	4.10	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala Sup. - Trasero	2.18	12.30	4.33	22.68	5.61	2.19	0.71	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala inf. - Frontal	10.01	1.33	9.65	19.62	4.85	11.73	3.79	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala inf. - Trasero	1.33	10.01	9.65	24.13	5.96	2.02	0.65	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2a - Alma - Frontal	25.51	23.58	1.30	48.21	11.91	25.51	8.24	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2a - Alma - Trasero	23.58	25.51	1.30	50.13	12.39	23.58	7.62	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala Sup. - Frontal	1.54	0.26	8.91	15.52	3.83	11.44	3.70	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala Sup. - Trasero	2.01	11.39	5.00	21.64	5.35	2.52	0.81	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala inf. - Frontal	10.02	0.94	8.38	17.72	4.38	12.86	4.15	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala inf. - Trasero	0.95	12.40	4.69	22.98	5.68	3.26	1.05	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2b - Alma - Frontal	28.08	21.11	0.27	46.11	11.39	28.08	9.07	430.00	0.85	
RIGIDIZADOR1 - 2b - Alma - Trasero	21.11	28.08	0.27	53.03	13.10	21.11	6.82	430.00	0.85	

ANEJO DE CÁLCULOS

RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala Sup. - Frontal	0.73	24.03	10.47	45.41	11.22	4.47	1.44	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala Sup. - Trasero	22.23	0.04	12.58	31.12	7.69	24.24	7.83	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala inf. - Frontal	1.72	23.21	3.20	40.62	10.04	2.31	0.75	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala inf. - Trasero	15.35	1.89	16.51	32.62	8.06	23.21	7.50	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3a - Alma - Frontal	55.25	44.74	0.51	95.17	23.52	55.25	17.85	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3a - Alma - Trasero	44.74	55.25	0.51	105.64	26.10	44.74	14.45	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala Sup. - Frontal	2.96	23.02	19.35	52.17	12.89	7.96	2.57	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala Sup. - Trasero	22.85	2.87	19.49	41.06	10.15	24.29	7.84	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala inf. - Frontal	4.17	20.41	19.87	49.51	12.23	6.98	2.26	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala inf. - Trasero	20.41	4.17	19.87	40.66	10.05	22.32	7.21	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3b - Alma - Frontal	54.59	45.76	0.07	96.24	23.78	54.59	17.63	430.00	0.85
RIGIDIZADOR1 - 3b - Alma - Trasero	45.76	54.59	0.07	105.05	25.96	45.76	14.78	430.00	0.85
SOLDADURA1 - Frontal	2.31	1.37	24.08	41.84	11.62	10.04	3.87	360.00	0.80
SOLDADURA1 - Trasero	1.37	2.31	24.08	41.92	11.64	9.05	3.49	360.00	0.80
SOLDADURA2 - Frontal	3.10	1.31	10.73	18.97	5.27	7.86	3.03	360.00	0.80
SOLDADURA2 - Trasero	1.31	3.10	10.73	19.38	5.38	8.61	3.32	360.00	0.80
SOLDADURA3 - Frontal	16.67	17.39	9.59	38.22	10.62	16.67	6.43	360.00	0.80
SOLDADURA3 - Trasero	17.39	16.67	9.59	37.57	10.44	18.67	7.20	360.00	0.80
SOLDADURA4 - Frontal	22.16	22.06	28.33	66.02	18.34	22.77	8.79	360.00	0.80
SOLDADURA4 - Trasero	22.06	22.16	28.33	66.09	18.36	23.17	8.94	360.00	0.80
AJUSTE2 - Alma - Frontal	42.61	42.85	6.39	86.30	21.32	42.61	13.76	430.00	0.85
AJUSTE2 - Alma - Trasero	42.85	42.61	6.39	86.06	21.27	42.85	13.84	430.00	0.85
SOLDADURA5 - Frontal	20.91	22.26	2.14	44.02	12.23	20.91	8.07	360.00	0.80
SOLDADURA5 - Trasero	22.26	20.91	2.14	42.67	11.85	22.26	8.59	360.00	0.80
SOLDADURA6 - Frontal	22.65	22.33	0.84	44.84	12.46	22.65	8.74	360.00	0.80
SOLDADURA6 - Trasero	22.33	22.65	0.84	45.16	12.54	22.33	8.61	360.00	0.80
SOLDADURA7 - Frontal	12.37	14.78	0.61	28.46	7.90	12.37	4.77	360.00	0.80
SOLDADURA7 - Trasero	14.78	12.37	0.61	26.05	7.24	14.78	5.70	360.00	0.80
SOLDADURA8 - Frontal	0.85	3.75	4.74	10.50	2.92	2.58	1.00	360.00	0.80
SOLDADURA8 - Trasero	1.34	2.52	4.93	9.69	2.69	4.52	1.75	360.00	0.80
SOLDADURA9 - Frontal	36.13	30.85	0.17	64.50	17.92	36.13	13.94	360.00	0.80
SOLDADURA9 - Trasero	30.85	36.13	0.17	69.77	19.38	30.85	11.90	360.00	0.80
SOLDADURA10 - Frontal	0.92	0.54	22.35	38.73	10.76	9.55	3.68	360.00	0.80
SOLDADURA10 - Trasero	0.54	0.92	22.35	38.74	10.76	9.81	3.79	360.00	0.80
SOLDADURA11 - Frontal	1.71	0.29	11.82	20.56	5.71	7.87	3.03	360.00	0.80
SOLDADURA11 - Trasero	0.29	1.71	11.82	20.69	5.75	8.77	3.38	360.00	0.80
SOLDADURA12 - Frontal	16.93	17.49	8.76	37.87	10.52	16.93	6.53	360.00	0.80
SOLDADURA12 - Trasero	17.49	16.93	8.76	37.36	10.38	17.52	6.76	360.00	0.80
SOLDADURA13 - Frontal	23.50	23.59	26.03	65.24	18.12	24.12	9.31	360.00	0.80
SOLDADURA13 - Trasero	23.59	23.50	26.03	65.17	18.10	24.12	9.30	360.00	0.80
AJUSTE3 - Alma - Frontal	64.64	64.42	5.67	129.32	31.95	64.64	20.88	430.00	0.85
AJUSTE3 - Alma - Trasero	64.42	64.64	5.67	129.54	32.01	64.42	20.81	430.00	0.85
SOLDADURA14 - Frontal	17.46	19.68	0.74	38.32	10.64	17.46	6.74	360.00	0.80
SOLDADURA14 - Trasero	19.68	17.46	0.74	36.11	10.03	19.68	7.59	360.00	0.80
SOLDADURA15 - Frontal	16.38	15.29	5.72	32.68	9.08	16.38	6.32	360.00	0.80
SOLDADURA15 - Trasero	15.29	16.38	5.72	33.72	9.37	15.29	5.90	360.00	0.80
SOLDADURA16 - Frontal	19.08	21.96	0.20	42.55	11.82	19.08	7.36	360.00	0.80
SOLDADURA16 - Trasero	21.96	19.08	0.20	39.67	11.02	21.96	8.47	360.00	0.80
SOLDADURA17 - Frontal	3.31	6.15	3.71	12.88	3.58	4.44	1.71	360.00	0.80
SOLDADURA17 - Trasero	6.15	3.31	3.71	10.59	2.94	6.15	2.37	360.00	0.80
SOLDADURA18 - Frontal	52.86	45.75	0.54	95.25	26.46	52.86	20.39	360.00	0.80
SOLDADURA18 - Trasero	45.75	52.86	0.54	102.35	28.43	45.75	17.65	360.00	0.80
FRONTAL1 - Alma - Frontal	42.47	40.51	29.18	96.33	23.80	42.49	13.72	430.00	0.85
FRONTAL1 - Alma - Trasero	40.49	42.49	29.20	98.04	24.23	40.60	13.11	430.00	0.85
FRONTAL2 - Alma - Frontal	42.80	40.98	29.00	96.91	23.95	42.83	13.83	430.00	0.85
FRONTAL2 - Alma - Trasero	40.82	42.83	29.11	98.54	24.35	40.98	13.24	430.00	0.85

Tabla 40. Comprobación de la unión tipo 11

c. Medición

Elemento	Espesor (mm)	Placas				
		Taladros		Acero		
		Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
RIGIDIZADOR1 - 1a RIGIDIZADOR1 - 1b RIGIDIZADOR1 - 2a	10.0	--	--	S235	235.00	360.00

ANEJO DE CÁLCULOS

RIGIDIZADOR1 - 2b RIGIDIZADOR1 - 3a RIGIDIZADOR1 - 3b PLACA3 PLACA6						
PLACA1 PLACA2 PLACA4 PLACA5	20.0	--	--	S235	235.00	360.00
FRONTAL1 FRONTAL2	10.0	4	14.0	S235	235.00	360.00

Elementos de tornillería					
Elemento	Geometría		Acero		
	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
ISO 4014-12x50.0-4.6 ISO 4032-12-4 2 ISO 7089-12-200 HV	12.0	50.0	4.6	240.00	400.00

Cordones de soldadura						
Elemento	Tipo	Electrodo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (°)
RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala Sup. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala Sup. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala inf. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 1a - Ala inf. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala Sup. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala Sup. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala inf. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 1b - Ala inf. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala Sup. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala Sup. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala inf. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 2a - Ala inf. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala Sup. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala Sup. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala inf. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 2b - Ala inf. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala Sup. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala Sup. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala inf. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 3a - Ala inf. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala Sup. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala Sup. - Trasero RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala inf. - Frontal RIGIDIZADOR1 - 3b - Ala inf. - Trasero	Soldadura en ángulo		3.0	32.5	8.0	90.0
RIGIDIZADOR1 - 1a - Alma - Frontal RIGIDIZADOR1 - 1a - Alma - Trasero RIGIDIZADOR1 - 1b - Alma - Frontal RIGIDIZADOR1 - 1b - Alma - Trasero RIGIDIZADOR1 - 2a - Alma - Frontal RIGIDIZADOR1 - 2a - Alma - Trasero RIGIDIZADOR1 - 2b - Alma - Frontal RIGIDIZADOR1 - 2b - Alma - Trasero RIGIDIZADOR1 - 3a - Alma - Frontal RIGIDIZADOR1 - 3a - Alma - Trasero RIGIDIZADOR1 - 3b - Alma - Frontal RIGIDIZADOR1 - 3b - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		3.0	48.0	5.0	90.0
SOLDADURA1 - Frontal SOLDADURA1 - Trasero SOLDADURA2 - Frontal SOLDADURA2 - Trasero SOLDADURA3 - Frontal SOLDADURA3 - Trasero SOLDADURA4 - Frontal SOLDADURA4 - Trasero SOLDADURA10 - Frontal SOLDADURA10 - Trasero	Soldadura en ángulo		3.0	70.0	10.0	90.0

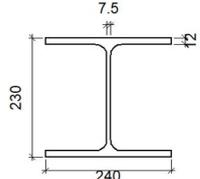
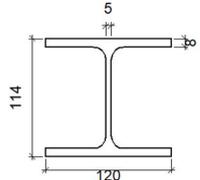
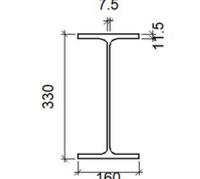
ANEJO DE CÁLCULOS

SOLDADURA11 - Frontal SOLDADURA11 - Trasero SOLDADURA12 - Frontal SOLDADURA12 - Trasero SOLDADURA13 - Frontal SOLDADURA13 - Trasero						
AJUSTE2 - Alma - Frontal AJUSTE2 - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	213.6	6.6	90.0
SOLDADURA5 - Frontal SOLDADURA5 - Trasero SOLDADURA6 - Frontal SOLDADURA6 - Trasero SOLDADURA14 - Frontal SOLDADURA14 - Trasero SOLDADURA15 - Frontal SOLDADURA15 - Trasero	Soldadura en ángulo		3.0	90.0	10.0	90.0
SOLDADURA7 - Frontal SOLDADURA7 - Trasero SOLDADURA8 - Frontal SOLDADURA8 - Trasero SOLDADURA9 - Frontal SOLDADURA9 - Trasero SOLDADURA16 - Frontal SOLDADURA16 - Trasero SOLDADURA17 - Frontal SOLDADURA17 - Trasero SOLDADURA18 - Frontal SOLDADURA18 - Trasero	Soldadura en ángulo		3.0	98.0	10.0	90.0
AJUSTE3 - Alma - Frontal AJUSTE3 - Alma - Trasero FRONTAL1 - Alma - Frontal FRONTAL1 - Alma - Trasero FRONTAL2 - Alma - Frontal FRONTAL2 - Alma - Trasero	Soldadura en ángulo		3.0	213.6	6.6	90.0

Tabla 41. Medición de la unión tipo 11

TIPO 12

a. Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 240 A		230	240	12	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 120 A		114	120	8	5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios

ANEJO DE CÁLCULOS

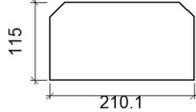
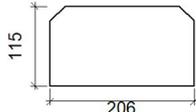
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		210.1	115	12	S275	275.0	410.0
Rigidizador		206	115	12	S275	275.0	410.0

Tabla 42. Componentes de la unión tipo 12

b. Comprobación

1) Pilar HE 240 A

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbitez	--	--	--	42.45	
	Cortante	kN	550.57	666.28	82.63	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	90.29	261.90	34.47	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	107.39	261.90	41.00	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	90.21	261.90	34.44	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	107.48	261.90	41.04	
Ala	Desgarro	N/mm ²	207.49	261.90	79.22	
	Cortante	N/mm ²	207.44	261.90	79.20	
Viga (c) HE 120 A	Alma	Punzonamiento	kN	36.27	162.36	22.34
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	36.00	40.64	88.60
Viga (b) HE 120 A	Alma	Punzonamiento	kN	36.27	162.36	22.34
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	36.00	40.64	88.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	94	12.0	78.69	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	168	7.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	94	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	164	7.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	94	12.0	78.69	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	3	168	7.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	94	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	3	164	7.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s^\wedge (N/mm ²)	t^\wedge (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s^\wedge (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	56.6	69.1	7.6	133.0	34.47	56.6	17.27	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	72.7	125.9	32.63	0.0	0.00	410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.9	75.9	2.5	151.8	39.34	75.9	23.13	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	88.1	152.5	39.53	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	56.6	69.0	7.6	132.9	34.44	56.6	17.25	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	73.0	126.5	32.78	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	75.9	75.9	2.5	151.9	39.37	75.9	23.15	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	88.0	152.4	39.50	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	25.78	268.58	9.60

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	160	11.5	78.69
Soldadura del alma	En ángulo	4	276	7.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	160	11.5	78.69
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	308	7.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	160	11.5	69.86
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	5	2000	7.5	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	8	160	11.5	81.17

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [∧] (N/mm ²)	t [∧] (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s [∧] (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	50.6	61.8	5.1	118.7	30.77	65.4	19.93	410.0	0.85
Soldadura del alma	53.6	53.6	13.6	109.7	28.44	53.6	16.34	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	7.2	12.5	3.24	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	60.0	60.0	13.6	122.4	31.71	60.0	18.30	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	53.8	77.1	0.7	143.9	37.29	73.1	22.30	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	9.2	15.9	4.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

3) Viga (c) HE 120 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	145.17	261.90	55.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	5.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s [∧]	t [∧]	t	Valor	Aprov.	s [∧]	Aprov.		

ANEJO DE CÁLCULOS

	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(%)	(N/mm ²)	(%)		
Soldadura del alma	85.5	85.5	2.2	171.0	44.32	85.5	26.07	410.0	0.85

4) Viga (b) HE 120 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	145.17	261.90	55.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	5.0	90.00

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _a (N/mm ²)	t _a (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _a (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	85.5	85.5	2.2	171.0	44.32	85.5	26.07	410.0	0.85

Tabla 43. Comprobación unión tipo 12

c. Medición

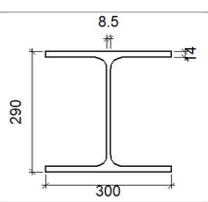
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	3	1328
			5	4000
			6	1504
			8	160
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	200
			4	1168
			6	876

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	210x115x12	4.55
		2	206x115x12	4.46
	Total			

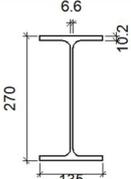
Tabla 44. Medición de la unión tipo 12

TIPO 13

a. Descripción de los componentes de la unión

Pieza	Descripción	Perfiles					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 300 A		290	300	14	8.5	S275	275.0	410.0

ANEJO DE CÁLCULOS

Viga	IPE 270		270	135	10.2	6.6	S275	275.0	410.0
------	---------	---	-----	-----	------	-----	------	-------	-------

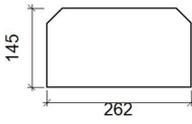
Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		262	145	12	S275	275.0	410.0

Tabla 45. Componentes de la unión tipo 13

b. Comprobación

1) Pilar HE 300 A

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbitez	--	--	--	47.63
	Cortante	kN	95.81	314.41	30.47
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	57.06	261.90	21.78
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	60.46	261.90	23.08
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	57.06	261.90	21.78
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	60.46	261.90	23.08
Ala	Desgarro	N/mm ²	83.29	261.90	31.80
	Cortante	N/mm ²	62.36	261.90	23.81

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	118	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	208	8.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	118	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	208	8.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	118	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	208	8.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	118	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	208	8.5	90.00	

a: Espesor garganta

l: Longitud efectiva

t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s^{\wedge} (N/mm ²)	t^{\wedge} (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s^{\wedge} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	47.8	47.8	6.1	96.2	24.92	47.8	14.57	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	20.5	35.5	9.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	50.6	50.6	6.7	102.0	26.42	50.6	15.44	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	21.7	37.6	9.75	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	47.8	47.8	6.1	96.2	24.92	47.8	14.57	410.0	0.85

ANEJO DE CÁLCULOS

Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	20.5	35.5	9.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	50.6	50.6	6.7	102.0	26.42	50.7	15.44	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	21.7	37.6	9.75	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo		a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura del ala superior	En ángulo		5	135	10.2	90.00			
Soldadura del alma	En ángulo		3	220	6.6	90.00			
Soldadura del ala inferior	En ángulo		5	135	10.2	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	58.1	58.1	8.7	117.3	30.39	58.2	17.74	410.0	0.85
Soldadura del alma	47.6	47.6	51.7	130.8	33.89	47.6	14.52	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	60.6	60.6	8.6	122.2	31.66	60.6	18.48	410.0	0.85

Tabla 46. Comprobación de la unión tipo 13

c. Medición

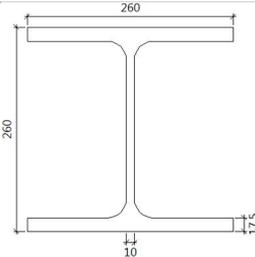
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1664
			5	1888
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	439
			5	508

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	262x145x12	14.31
				Total

Tabla 47. Medición de la unión tipo 13

TIPO 14

a. Descripción de los componentes de la unión

Perfiles de acero					
Elemento	Descripción	Geometría	Acero		
			Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
V1	HE 260 B		S275	275.00	430.00

ANEJO DE CÁLCULOS

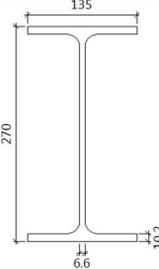
V2	IPE 270		S275	275.00	430.00
----	---------	---	------	--------	--------

Tabla 48. Componentes de la unión tipo 14

b. Comprobación

Deformación - Perfiles				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Aprov. (%)
V1 - Ala Sup.	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H1	0.00625	5.0000	0.13
V1 - Ala inf.	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H1	0.00637	5.0000	0.13
V1 - Alma	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H1	0.06115	5.0000	1.22
V2 - Ala Sup.	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H1	2.21094	5.0000	44.22
V2 - Ala inf.	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H1	2.21809	5.0000	44.36
V2 - Alma	[1] 1.35-PP+1.05-Oficina(B)+1.5-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+1.5-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+0.9-V(90°)H2+0.75-N(EI)	2.25042	5.0000	45.01

Deformación - Placas				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Aprov. (%)
LATERAL 1b	[1] 0.8-PP+1.05-GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05-GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5-V(0°)H1	0.63058	5.0000	12.61
LATERAL 1a	[1] 1.35-PP+1.05-Oficina(B)+1.5-GrúaNaveA(FrontLado)(C)+0.9-V(270°)H2+0.75-N(EI)	0.48779	5.0000	9.76

Disposición - Tornillos					
Elemento	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)
LATERAL1a - 1	18.0	40.0	40.0	80.0	80.0
LATERAL1a - 2	18.0	40.0	40.0	80.0	80.0

Resistencia - Tornillos									
Elemento	Tracción				Cortante				Interacción
	Ft,Ed (kN)	Ft,Rd (kN)	Bp,Rd (kN)	Aprov. (%)	Fv,Ed (kN)	Fv,Rd (kN)	Fb,Rd (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)
LATERAL1a - 1	23.06	45.22	123.33	51.00	6.46	30.14	67.27	21.42	53.57
LATERAL1a - 2	21.84	45.22	123.33	48.30	7.35	30.14	67.27	24.37	56.82

Resistencia - Soldaduras en ángulo									
Elemento	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	b _w
	s _a (MPa)	t _a (MPa)	t _l (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	s _a (MPa)	Aprov. (%)		
LATERAL1b - Frontal	8.13	27.39	17.62	57.00	15.83	14.66	5.66	360.00	0.80

ANEJO DE CÁLCULOS

LATERAL1b - Trasero	27.39	8.13	17.62	43.36	12.04	27.39	10.57	360.00	0.80
LATERAL1a - Frontal	18.80	27.93	10.71	55.12	15.31	20.61	7.95	360.00	0.80
LATERAL1a - Trasero	3.79	20.28	22.20	52.22	14.50	27.93	10.78	360.00	0.80

Tabla 49. Comprobación de la unión tipo 14

c. Medición

Placas						
Elemento	Espesor (mm)	Taladros		Acero		
		Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
LATERAL1b LATERAL1a	10.0	2	18.0	S235	235.00	360.00

Elementos de tornillería					
Elemento	Geometría		Tipo	Acero	
	Diámetro (mm)	Longitud (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4014-16x65.0-4.6 ISO 4032-16-4 2 ISO 7089-16-200 HV	16.0	65.0	4.6	240.00	400.00

Cordones de soldadura						
Elemento	Tipo	Electrodo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (°)
LATERAL1b - Frontal LATERAL1b - Trasero LATERAL1a - Frontal LATERAL1a - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	180.0	10.0	90.0

Tabla 50. Medición de la unión tipo 14

TIPO 15

a. Descripción de los componentes de la unión

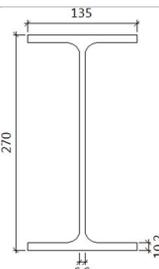
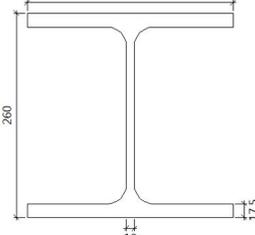
Perfiles de acero					
Elemento	Descripción	Geometría	Acero		
			Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
V1	IPE 270		S275	275.00	430.00
V2	HE 260 B		S275	275.00	430.00

Tabla 51. Componentes de la unión tipo 15

b. Comprobación

ANEJO DE CÁLCULOS

Deformación - Perfiles				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Apro v. (%)
V1 - Ala Sup.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.05440	5.0000	1.09
V1 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.09505	5.0000	1.90
V1 - Alma	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.62669	5.0000	12.53
V2 - Ala Sup.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.16896	5.0000	3.38
V2 - Ala inf.	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.13792	5.0000	2.76
V2 - Alma	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.05297	5.0000	1.06

Deformación - Placas				
Elemento	Comb.	Deformación plástica (%)	Límite (%)	Apro v. (%)
LATERAL 1b	[1] 0.8·PP+1.05·GrúaNaveA(BackMedio)(C)+1.05·GrúaNaveB(FrontLado)(C)+1.5·V(0°)H1	0.47477	5.0000	9.50
LATERAL 1a	[1] 1.35·PP+1.05·Oficina(B)+1.5·GrúaNaveA(FrontLado)(C)+0.9·V(270°)H2+0.75·N(EI)	0.37615	5.0000	7.52

Disposición - Tornillos					
Elemento	d ₀ (mm)	e ₁ (mm)	e ₂ (mm)	p ₁ (mm)	p ₂ (mm)
LATERAL1a - 1	18.0	50.0	50.0	80.0	80.0
LATERAL1a - 2	18.0	50.0	50.0	80.0	80.0

Resistencia - Tornillos									
Elemento	Tracción				Cortante				Interacción
	F _{t,Ed} (kN)	F _{t,Rd} (kN)	B _{p,Rd} (kN)	Aprov. (%)	F _{v,Ed} (kN)	F _{v,Rd} (kN)	F _{b,Rd} (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)
LATERAL1a - 1	11.97	45.22	123.33	26.47	1.41	30.14	84.09	4.69	23.60
LATERAL1a - 2	11.26	45.22	123.33	24.90	0.93	30.14	84.09	3.08	20.63

Resistencia - Soldaduras en ángulo									
Elemento	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	b _w
	s _∧ (MPa)	t _∧ (MPa)	t _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	s _∧ (MPa)	Aprov. (%)		
LATERAL1b - Frontal	130.14	165.30	0.49	314.51	87.36	135.33	52.21	360.00	0.80
LATERAL1b - Trasero	165.30	130.14	0.49	279.53	77.65	165.30	63.77	360.00	0.80
LATERAL1a - Frontal	170.80	122.13	10.01	272.44	75.68	170.80	65.90	360.00	0.80
LATERAL1a - Trasero	122.13	170.80	10.01	320.53	89.04	125.59	48.45	360.00	0.80
SOLDADURA1 - Frontal	129.63	102.87	79.18	259.53	72.09	129.63	50.01	360.00	0.80
SOLDADURA2 - Frontal	86.25	68.01	62.19	181.43	50.40	86.25	33.27	360.00	0.80
SOLDADURA3 - Trasero	119.43	89.26	67.79	227.93	63.31	119.49	46.10	360.00	0.80
SOLDADURA4 - Trasero	49.79	98.75	16.31	180.36	50.10	81.76	31.54	360.00	0.80

Tabla 52. Comprobación de la unión tipo 15

c. Medición

Placas						
Elemento	Espesor (mm)	Taladros		Acero		
		Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
LATERAL1b LATERAL1a	10.0	2	18.0	S235	235.00	360.00

Elementos de tornillería					
Elemento	Geometría		Acero		
	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
ISO 4014-16x65.0-4.6 ISO 4032-16-4 2 ISO 7089-16-200 HV	16.0	65.0	4.6	240.00	400.00

Cordones de soldadura						
Elemento	Tipo	Electrodo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (°)
LATERAL1b - Frontal LATERAL1b - Trasero LATERAL1a - Frontal LATERAL1a - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	225.0	10.0	90.0
SOLDADURA1 - Frontal SOLDADURA2 - Frontal SOLDADURA3 - Trasero SOLDADURA4 - Trasero	Soldadura en ángulo		4.0	100.0	10.0	90.0

Tabla 53. Medición de la unión tipo 15

II. ANEJO II. Calculo de sistemas de protección frente a incendios

i. Densidad de carga de fuego RSCIEI

Se va a presentar el **cálculo de riesgo intrínseco para el espacio industrial**, donde esta aplicada la normativa Reglamento De Seguridad Contra Incendios En Los Establecimientos Industriales.

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida se determina mediante la siguiente expresión si es una actividad de producción caracterizada en la Tabla 1. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, Ra, según el R.D. 2267/2004.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i S_i \cdot q_{si} \cdot C_i}{A} \cdot R_a \quad \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Dónde:

Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en Mcal/m².

A = Superficie construida del sector de incendio, en m².

C_i = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.

R_a = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio.

S_i = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².

q_{si} = Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i) Mcal/m².

En caso de que exista más de un material en la actividad, se debe aplicar el correspondiente C_i del producto de mayor riesgo de combustibilidad, siempre que dicho material supere al menos el 10% en peso de todos los materiales implicados en dicha actividad.

Y se utilizaría la siguiente expresión para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i s_i \cdot q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i}{A} \cdot R_a \quad \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2}\right)$$

Dónde:

Q_s , C_i , R_a y A tienen la misma significación que en el apartado anterior.

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

q_{vi} = Carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en Mcal/m³.

h_i = Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

Por lo tanto, para cada sector tendremos las siguientes densidades de carga de fuego:

Cálculo de la densidad de carga de fuego											
Sector	Tipo de actividad	Actividad	A (m ²)	S_i (m ²)	s_i (m ²)	h_i (m)	q_{si} (Mcal/m ²)	q_{vi} (Mcal/m ³)	C_i	R_a	Q_s (Mcal/m ²)
Pintura	Producción	Automóviles, pintura	400.61	174.61			119		1	1.5	78.45
Taller de reparación	Producción	Automóviles, reparación	400.6	198.59			72		1	1.5	89.23

ANEJO DE CÁLCULOS

Producción ala B	Artículos metálicos, estampado	2589.4	39.16	24	1	1	34.31
	Artículos metálicos, forjado		39.16	19	1	1	
	Artículos metálicos, fresado		39.16	48	1	1	
	Artículos metálicos, soldadura		39.16	19	1	1	
	Automóvil, carrocerías de		39.16	48	1	1	
	Artículos metálicos, soldadura ligera		39.16	72	1	1	
	Automóviles , montaje		697.51	72	1	1.5	
	Producción ala A	Artículos metálicos, estampado	2600.43	39.16	24	1	1
	Artículos metálicos, forjado		39.16	19	1	1	
	Artículos metálicos, fresado		39.16	48	1	1	
	Artículos metálicos, soldadura		39.16	19	1	1	
	Automóvil, carrocerías de		39.16	48	1	1	

ANEJO DE CÁLCULOS

		Artículos metálicos, soldadura ligera	39.16	72	1	1			
		Automóviles, montaje	697.51	72	1	1.5			
Almacén en ala B	Almacén	Automóviles, almacén de accesorios	197.53	43.7	3	192	1	1.5	95.61
		Artículos de metal		43.7	3	48	1	1	
Almacén en ala A	Almacén	Automóviles, almacén de accesorios	197.53	43.7	3	192	1	1.5	95.61
		Artículos de metal		43.7	3	48	1	1	

Tabla 54. Cálculo de la densidad de carga de fuego

Una vez obtenido la densidad de carga de fuego, se ha de calcular el nivel de riesgo intrínseco del edificio. El nivel de riesgo intrínseco del edificio es la densidad de carga de fuego del conjunto de sectores, y se calcula de la siguiente manera:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} \quad \left(\frac{\text{Mcal}}{\text{m}^2} \right)$$

Dónde:

Q_e = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².

Q_{si} = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en Mcal/m².

A_i = Superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

Densidad de carga de fuego del edificio industrial
50.17 Mcal/m ²

Capítulo III. Pliego de condiciones

De acuerdo con lo establecido en el "Real Decreto 314/2006, Código Técnico de la Edificación (CTE)", el proyecto deberá proporcionar una descripción detallada de las obras planificadas, de manera que sea posible verificar que las soluciones propuestas cumplen con los requisitos básicos del CTE y otras regulaciones aplicables. Esta descripción deberá contener, como mínimo, la siguiente información extraída del Pliego de Condiciones:

- Las especificaciones técnicas mínimas que deben cumplir los productos, equipos y sistemas que se instalarán de manera permanente en el edificio proyectado, junto con las condiciones de suministro, las garantías de calidad y los procedimientos de control de recepción necesarios. Estos detalles se encuentran en la sección correspondiente a las Prescripciones de Materiales del presente Pliego de Condiciones.
- Las especificaciones técnicas de cada componente de construcción, junto con las instrucciones para su ejecución y los procedimientos de verificación y control necesarios para garantizar su conformidad con lo establecido en el proyecto. Además, se detallarán las medidas a tomar durante la ejecución de las obras, así como en el uso y mantenimiento del edificio, para asegurar la compatibilidad entre los distintos productos, elementos y sistemas constructivos. Esta información se encuentra en la sección correspondiente a las Prescripciones para la ejecución por componentes de construcción del presente Pliego de Condiciones.
- Las inspecciones y pruebas de funcionamiento que se deben llevar a cabo, en caso necesario, para verificar las prestaciones finales del edificio. Esta información se encuentra en la sección correspondiente a las Prescripciones sobre inspecciones en el edificio terminado del presente Pliego de Condiciones.

Índice de pliego de condiciones

1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1. Disposiciones Generales

- 1.1.1. Disposiciones de carácter general
 - 1.1.1.1. *Objeto del Pliego de Condiciones*
 - 1.1.1.2. *Contrato de obra*
 - 1.1.1.3. *Documentación del contrato de obra*
 - 1.1.1.4. *Proyecto Arquitectónico*
 - 1.1.1.5. *Reglamentación urbanística*
 - 1.1.1.6. *Formalización del Contrato de Obra*
 - 1.1.1.7. *Jurisdicción competente*
 - 1.1.1.8. *Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista*
 - 1.1.1.9. *Accidentes de trabajo*
 - 1.1.1.10. *Daños y perjuicios a terceros*
 - 1.1.1.11. *Anuncios y carteles*
 - 1.1.1.12. *Copia de documentos*
 - 1.1.1.13. *Suministro de materiales*
 - 1.1.1.14. *Hallazgos*
 - 1.1.1.15. *Causas de rescisión del contrato de obra*
 - 1.1.1.16. *Efectos de rescisión del contrato de obra*
 - 1.1.1.17. *Omisiones: Buena fe*
- 1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares
 - 1.1.2.1. *Accesos y vallados*
 - 1.1.2.2. *Replanteo*
 - 1.1.2.3. *Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos*
 - 1.1.2.4. *Orden de los trabajos*
 - 1.1.2.5. *Facilidades para otros contratistas*
 - 1.1.2.6. *Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor*
 - 1.1.2.7. *Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto*
 - 1.1.2.8. *Prórroga por causa de fuerza mayor*
 - 1.1.2.9. *Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra*
 - 1.1.2.10. *Trabajos defectuosos*
 - 1.1.2.11. *Responsabilidad por vicios ocultos*
 - 1.1.2.12. *Procedencia de materiales, aparatos y equipos*
 - 1.1.2.13. *Presentación de muestras*
 - 1.1.2.14. *Materiales, aparatos y equipos defectuosos*
 - 1.1.2.15. *Gastos ocasionados por pruebas y ensayos*
 - 1.1.2.16. *Limpieza de las obras*
 - 1.1.2.17. *Obras sin prescripciones explícitas*
- 1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas
 - 1.1.3.1. *Consideraciones de carácter general*
 - 1.1.3.2. *Recepción provisional*
 - 1.1.3.3. *Documentación final de la obra*
 - 1.1.3.4. *Medición definitiva y liquidación provisional de la obra*
 - 1.1.3.5. *Plazo de garantía*

- 1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente*
- 1.1.3.7. Recepción definitiva*
- 1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía*
- 1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida*

1.2. Disposiciones Facultativas

- 1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación
 - 1.2.1.1. El promotor*
 - 1.2.1.2. El proyectista*
 - 1.2.1.3. El constructor o contratista*
 - 1.2.1.4. El director de obra*
 - 1.2.1.5. El director de la ejecución de la obra*
 - 1.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación*
 - 1.2.1.7. Los suministradores de productos*
- 1.2.2. Agentes que intervienen en la obra
- 1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud
- 1.2.4. Agentes en materia de gestión de residuos
- 1.2.5. La dirección facultativa
- 1.2.6. Visitas facultativas
- 1.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes
 - 1.2.7.1. El promotor*
 - 1.2.7.2. El proyectista*
 - 1.2.7.3. El constructor o contratista*
 - 1.2.7.4. La dirección facultativa*
 - 1.2.7.5. El director de obra*
 - 1.2.7.6. El director de la ejecución de la obra*
 - 1.2.7.7. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación*
 - 1.2.7.8. Los suministradores de productos*
 - 1.2.7.9. Los propietarios y los usuarios*
- 1.2.8. Documentación final de obra: Libro del Edificio
 - 1.2.8.1. Los propietarios y los usuarios*

1.3. Disposiciones Económicas

- 1.3.1. Definición
- 1.3.2. Contrato de obra
- 1.3.3. Criterio General
- 1.3.4. Fianzas
 - 1.3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza*
 - 1.3.4.2. Devolución de las fianzas*
 - 1.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales*
- 1.3.5. De los precios
 - 1.3.5.1. Precio básico*
 - 1.3.5.2. Precio unitario*
 - 1.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)*
 - 1.3.5.4. Precios contradictorios*
 - 1.3.5.5. Reclamación de aumento de precios*
 - 1.3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios*
 - 1.3.5.7. De la revisión de los precios contratados*

- 1.3.5.8. *Acopio de materiales*
- 1.3.6. Obras por administración
- 1.3.7. Valoración y abono de los trabajos
 - 1.3.7.1. *Forma y plazos de abono de las obras*
 - 1.3.7.2. *Relaciones valoradas y certificaciones*
 - 1.3.7.3. *Mejora de obras libremente ejecutadas*
 - 1.3.7.4. *Abono de trabajos presupuestados con partida alzada*
 - 1.3.7.5. *Abono de trabajos especiales no contratados*
 - 1.3.7.6. *Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía*
- 1.3.8. Indemnizaciones Mutuas
 - 1.3.8.1. *Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras*
 - 1.3.8.2. *Demora de los pagos por parte del promotor*
- 1.3.9. Varios
 - 1.3.9.1. *Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra*
 - 1.3.9.2. *Unidades de obra defectuosas*
 - 1.3.9.3. *Seguro de las obras*
 - 1.3.9.4. *Conservación de la obra*
 - 1.3.9.5. *Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor*
 - 1.3.9.6. *Pago de arbitrios*
- 1.3.10. Retenciones en concepto de garantía
- 1.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra
- 1.3.12. Liquidación económica de las obras
- 1.3.13. Liquidación final de la obra

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1. Prescripciones sobre los materiales

- 2.1.1. Garantías de calidad (Marcado CE)
- 2.1.2. Hormigones
 - 2.1.2.1. *Hormigón estructural*
- 2.1.3. Aceros para hormigón armado
 - 2.1.3.1. *Aceros corrugados*
- 2.1.4. Aceros para estructuras metálicas
 - 2.1.4.1. *Aceros en perfiles laminados*

2.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

- 2.2.1. Acondicionamiento del terreno
- 2.2.2. Cimentaciones
- 2.2.3. Estructuras
- 2.2.4. Instalaciones

2.3. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

2.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

1.1. Disposiciones Generales

1.1.1. Disposiciones de carácter general

1.1.1.1. Objeto del Pliego de Condiciones

La finalidad de este Pliego es la de fijar los criterios de la relación que se establece entre los agentes que intervienen en las obras definidas en el presente proyecto y servir de base para la realización del contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.1.1.2. Contrato de obra

Se recomienda la contratación de la ejecución de las obras por unidades de obra, con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas. A tal fin, el director de obra ofrece la documentación necesaria para la realización del contrato de obra.

1.1.1.3. Documentación del contrato de obra

Integran el contrato de obra los siguientes documentos, relacionados por orden de prelación atendiendo al valor de sus especificaciones, en el caso de posibles interpretaciones, omisiones o contradicciones:

- Las condiciones fijadas en el contrato de obra.
- El presente Pliego de Condiciones.
- La documentación gráfica y escrita del Proyecto: planos generales y de detalle, memorias, anejos, mediciones y presupuestos.

En el caso de interpretación, prevalecen las especificaciones literales sobre las gráficas y las cotas sobre las medidas a escala tomadas de los planos.

1.1.1.4. Proyecto Arquitectónico

El Proyecto Arquitectónico es el conjunto de documentos que definen y determinan las exigencias técnicas, funcionales y estéticas de las obras contempladas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación". En él se justificará técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación, sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.

Los documentos complementarios al Proyecto serán:

- Todos los planos o documentos de obra que, a lo largo de la misma, vaya suministrando la Dirección de Obra como interpretación, complemento o precisión.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Programa de Control de Calidad de Edificación y su Libro de Control.

- El Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras.
- El Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, elaborado por cada contratista.
- Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.
- Licencias y otras autorizaciones administrativas.

1.1.1.5. Reglamentación urbanística

La obra a construir se ajustará a todas las limitaciones del proyecto aprobado por los organismos competentes, especialmente las que se refieren al volumen, alturas, emplazamiento y ocupación del solar, así como a todas las condiciones de reforma del proyecto que pueda exigir la Administración para ajustarlo a las Ordenanzas, a las Normas y al Planeamiento Vigente.

1.1.1.6. Formalización del Contrato de Obra

Los Contratos se formalizarán, en general, mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes.

El cuerpo de estos documentos contendrá:

- La comunicación de la adjudicación.
- La copia del recibo de depósito de la fianza (en caso de que se haya exigido).
- La cláusula en la que se exprese, de forma categórica, que el contratista se obliga al cumplimiento estricto del contrato de obra, conforme a lo previsto en este Pliego de Condiciones, junto con la Memoria y sus Anejos, el Estado de Mediciones, Presupuestos, Planos y todos los documentos que han de servir de base para la realización de las obras definidas en el presente Proyecto.

El contratista, antes de la formalización del contrato de obra, dará también su conformidad con la firma al pie del Pliego de Condiciones, los Planos, Cuadro de Precios y Presupuesto General.

Serán a cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento en que se consigne el contratista.

1.1.1.7. Jurisdicción competente

En el caso de no llegar a un acuerdo cuando surjan diferencias entre las partes, ambas quedan obligadas a someter la discusión de todas las cuestiones derivadas de su contrato a las Autoridades y Tribunales Administrativos con arreglo a la legislación vigente, renunciando al derecho común y al fuero de su domicilio, siendo competente la jurisdicción donde estuviese ubicada la obra.

1.1.1.8. Ejecución de las obras y responsabilidad del contratista

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a las estipulaciones contenidas en el pliego de cláusulas administrativas particulares y al proyecto que sirve de base al contrato y conforme a las instrucciones que la dirección facultativa de las obras diere al contratista.

Cuando las instrucciones fueren de carácter verbal, deberán ser ratificadas por escrito en el más breve plazo posible, para que sean vinculantes para las partes.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras y de todos los defectos que en la construcción puedan advertirse durante el desarrollo de las obras y hasta que se cumpla el plazo de garantía, en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto.

En consecuencia, quedará obligado a la demolición y reconstrucción de todas las unidades de obra con deficiencias o mal ejecutadas, sin que pueda servir de excusa el hecho de que la dirección facultativa haya examinado y reconocido la construcción durante sus visitas de obra, ni que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

1.1.1.9. Accidentes de trabajo

Es de obligado cumplimiento el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción" y demás legislación vigente que, tanto directa como indirectamente, inciden sobre la planificación de la seguridad y salud en el trabajo de la construcción, conservación y mantenimiento de edificios.

Es responsabilidad del Coordinador de Seguridad y Salud el control y el seguimiento, durante toda la ejecución de la obra, del Plan de Seguridad y Salud redactado por el contratista.

1.1.1.10. Daños y perjuicios a terceros

El contratista será responsable de todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras como en las colindantes o contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiere lugar, y de todos los daños y perjuicios que puedan ocasionarse o causarse en las operaciones de la ejecución de las obras.

Asimismo, será responsable de los daños y perjuicios directos o indirectos que se puedan ocasionar frente a terceros como consecuencia de la obra, tanto en ella como en sus alrededores, incluso los que se produzcan por omisión o negligencia del personal a su cargo, así como los que se deriven de los subcontratistas e industriales que intervengan en la obra.

Es de su responsabilidad mantener vigente durante la ejecución de los trabajos una póliza de seguros frente a terceros, en la modalidad de "Todo riesgo al derribo y la construcción", suscrita por una compañía aseguradora con la suficiente solvencia para la cobertura de los trabajos contratados. Dicha póliza será aportada y ratificada por el promotor, no pudiendo ser cancelada mientras no se firme el Acta de Recepción Provisional de la obra.

1.1.1.11. Anuncios y carteles

Sin previa autorización del promotor, no se podrán colocar en las obras ni en sus vallas más inscripciones o anuncios que los convenientes al régimen de los trabajos y los exigidos por la policía local.

1.1.1.12. Copia de documentos

El contratista, a su costa, tiene derecho a sacar copias de los documentos integrantes del Proyecto.

1.1.1.13. Suministro de materiales

Se especificará en el Contrato la responsabilidad que pueda caber al contratista por retraso en el plazo de terminación o en plazos parciales, como consecuencia de deficiencias o faltas en los suministros.

1.1.1.14. Hallazgos

El promotor se reserva la posesión de las antigüedades, objetos de arte o sustancias minerales utilizables que se encuentren en las excavaciones y demoliciones practicadas en sus terrenos o edificaciones. El contratista deberá emplear, para extraerlos, todas las precauciones que se le indiquen por parte del director de obra.

El promotor abonará al contratista el exceso de obras o gastos especiales que estos trabajos ocasionen, siempre que estén debidamente justificados y aceptados por la dirección facultativa.

1.1.1.15. Causas de rescisión del contrato de obra

Se considerarán causas suficientes de rescisión de contrato:

- a) La muerte o incapacitación del contratista.
- b) La quiebra del contratista.
- c) Las alteraciones del contrato por las causas siguientes:
 - a. La modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo a juicio del director de obra y, en cualquier caso, siempre que la variación del Presupuesto de Ejecución Material, como consecuencia de estas modificaciones, represente una desviación mayor del 20%.
 - b. Las modificaciones de unidades de obra, siempre que representen variaciones en más o en menos del 40% del proyecto original, o más de un 50% de unidades de obra del proyecto reformado.
- d) La suspensión de obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año y, en todo caso, siempre que por causas ajenas al contratista no se dé comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
- e) La suspensión de la iniciación de las obras por plazo superior a cuatro meses.
- f) Que el contratista no comience los trabajos dentro del plazo señalado en el contrato.
- g) La demora injustificada en la comprobación del replanteo.
- h) La suspensión de las obras por plazo superior a ocho meses por parte del promotor.
- i) El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- j) El vencimiento del plazo de ejecución de la obra.
- k) El desistimiento o el abandono de la obra sin causas justificadas.
- l) La mala fe en la ejecución de la obra.

1.1.1.16. Efectos de rescisión del contrato de obra

La resolución del contrato dará lugar a la comprobación, medición y liquidación de las obras realizadas con arreglo al proyecto, fijando los saldos pertinentes a favor o en contra del contratista.

Si se demorase injustificadamente la comprobación del replanteo, dando lugar a la resolución del contrato, el contratista sólo tendrá derecho por todos los conceptos a una indemnización equivalente al 2 por cien del precio de la adjudicación, excluidos los impuestos.

En el supuesto de desistimiento antes de la iniciación de las obras, o de suspensión de la iniciación de las mismas por parte del promotor por plazo superior a cuatro meses, el contratista tendrá derecho a percibir por todos los conceptos una indemnización del 3 por cien del precio de adjudicación, excluidos los impuestos.

En caso de desistimiento una vez iniciada la ejecución de las obras, o de suspensión de las obras iniciadas por plazo superior a ocho meses, el contratista tendrá derecho por todos los conceptos al 6 por cien del precio de adjudicación del contrato de las obras dejadas de realizar en concepto de beneficio industrial, excluidos los impuestos.

1.1.1.17. Omisiones: Buena fe

Las relaciones entre el promotor y el contratista, reguladas por el presente Pliego de Condiciones y la documentación complementaria, presentan la prestación de un servicio al promotor por parte del contratista mediante la ejecución de una obra, basándose en la BUENA FE mutua de ambas partes, que pretenden beneficiarse de esta colaboración sin ningún tipo de perjuicio. Por este motivo, las relaciones entre ambas partes y las omisiones que puedan existir en este Pliego y la documentación complementaria del proyecto y de la obra, se entenderán siempre suplidas por la BUENA FE de las partes, que las subsanarán debidamente con el fin de conseguir una adecuada CALIDAD FINAL de la obra.

1.1.2. Disposiciones relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

Se describen las disposiciones básicas a considerar en la ejecución de las obras, relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares, así como a las recepciones de los edificios objeto del presente proyecto y sus obras anejas.

1.1.2.1. Accesos y vallados

El contratista dispondrá, por su cuenta, los accesos a la obra, el cerramiento o el vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra, pudiendo exigir el director de ejecución de la obra su modificación o mejora.

1.1.2.2. Replanteo

La ejecución del contrato de obras comenzará con el acta de comprobación del replanteo, dentro del plazo de treinta días desde la fecha de su formalización.

El contratista iniciará "in situ" el replanteo de las obras, señalando las referencias principales que mantendrá como base de posteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del contratista e incluidos en su oferta económica.

Asimismo, someterá el replanteo a la aprobación del director de ejecución de la obra y, una vez éste haya dado su conformidad, preparará el Acta de Inicio y Replanteo de la Obra acompañada de un plano de replanteo definitivo, que deberá ser aprobado por el director de obra. Será responsabilidad del contratista la deficiencia o la omisión de este trámite.

1.1.2.3. Inicio de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo especificado en el respectivo contrato, desarrollándose de manera adecuada para que dentro de los períodos parciales señalados se realicen los trabajos, de modo que la ejecución total se lleve a cabo dentro del plazo establecido en el contrato.

Será obligación del contratista comunicar a la dirección facultativa el inicio de las obras, de forma fehaciente y preferiblemente por escrito, al menos con tres días de antelación.

El director de obra redactará el acta de comienzo de la obra y la suscribirán en la misma obra junto con él, el día de comienzo de los trabajos, el director de la ejecución de la obra, el promotor y el contratista.

Para la formalización del acta de comienzo de la obra, el director de la obra comprobará que en la obra existe copia de los siguientes documentos:

- Proyecto de Ejecución, Anejos y modificaciones.
- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo y su acta de aprobación por parte del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de los trabajos.
- Licencia de Obra otorgada por el Ayuntamiento.
- Comunicación de apertura de centro de trabajo efectuada por el contratista.
- Otras autorizaciones, permisos y licencias que sean preceptivas por otras administraciones.
- Libro de Órdenes y Asistencias.
- Libro de Incidencias.

La fecha del acta de comienzo de la obra marca el inicio de los plazos parciales y total de la ejecución de la obra.

1.1.2.4. Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es, generalmente, facultad del contratista, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de naturaleza técnica, se estime conveniente su variación por parte de la dirección facultativa.

1.1.2.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista dará todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas u otros Contratistas que intervengan en la ejecución de la obra. Todo ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar por la utilización de los medios auxiliares o los suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, todos ellos se ajustarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

1.1.2.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando se precise ampliar el Proyecto, por motivo imprevisto o por cualquier incidencia, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones de la dirección facultativa en tanto se formulan o se tramita el Proyecto Reformado.

El contratista está obligado a realizar, con su personal y sus medios materiales, cuanto la dirección de ejecución de la obra disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

1.1.2.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones del proyecto

El contratista podrá requerir del director de obra o del director de ejecución de la obra, según sus respectivos cometidos y atribuciones, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de la obra proyectada.

Cuando se trate de interpretar, aclarar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos, croquis, órdenes e instrucciones correspondientes, se comunicarán necesariamente por escrito al contratista, estando éste a su vez obligado a devolver los originales o las copias, suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos e instrucciones que reciba tanto del director de ejecución de la obra, como del director de obra.

Cualquier reclamación que crea oportuno hacer el contratista en contra de las disposiciones tomadas por la dirección facultativa, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual le dará el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

1.1.2.8. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si, por causa de fuerza mayor o independientemente de la voluntad del contratista, éste no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para su cumplimiento, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Tendrán la consideración de casos de fuerza mayor los siguientes:

- Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

1.1.2.9. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la dirección facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito, no se le hubiese proporcionado.

1.1.2.10. Trabajos defectuosos

El contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo estipulado.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que puedan existir por su mala ejecución, no siendo un eximente el que la dirección facultativa lo haya examinado o reconocido con anterioridad, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las Certificaciones Parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de la obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos y equipos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos o una vez finalizados con anterioridad a la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean sustituidas o demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado a expensas del contratista. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la sustitución, demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de obra, quien mediará para resolverla.

1.1.2.11. Responsabilidad por vicios ocultos

El contratista es el único responsable de los vicios ocultos y de los defectos de la construcción, durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía, hasta los plazos prescritos después de la terminación de las obras en la vigente "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", aparte de otras responsabilidades legales o de cualquier índole que puedan derivarse.

Si la obra se arruina o sufre deterioros graves incompatibles con su función con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido a incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste responderá de los daños y perjuicios que se produzcan o se manifiesten durante un plazo de quince años a contar desde la recepción de la obra.

Asimismo, el contratista responderá durante dicho plazo de los daños materiales causados en la obra por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad de la construcción, contados desde la fecha de recepción de la obra sin reservas o desde la subsanación de estas.

Si el director de ejecución de la obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, cuando estime oportuno, realizar antes de la recepción definitiva los ensayos, destructivos o no, que considere necesarios para reconocer o diagnosticar los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

El contratista demolerá, y reconstruirá posteriormente a su cargo, todas las unidades de obra mal ejecutadas, sus consecuencias, daños y perjuicios, no pudiendo eludir su responsabilidad por el hecho de que el director de obra y/o el director de ejecución de obra lo hayan examinado o reconocido con anterioridad, o que haya sido conformada o abonada una parte o la totalidad de las obras mal ejecutadas.

1.1.2.12. Procedencia de materiales, aparatos y equipos

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales, aparatos y equipos de todas clases donde considere oportuno y conveniente para sus intereses, excepto en aquellos casos en los se preceptúe una procedencia y características específicas en el proyecto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo, acopio y puesta en obra, el contratista deberá presentar al director de ejecución de la obra una lista completa de los materiales, aparatos y equipos que vaya a utilizar, en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre sus características técnicas, marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.1.2.13. Presentación de muestras

A petición del director de obra, el contratista presentará las muestras de los materiales, aparatos y equipos, siempre con la antelación prevista en el calendario de obra.

1.1.2.14. Materiales, aparatos y equipos defectuosos

Cuando los materiales, aparatos, equipos y elementos de instalaciones no fuesen de la calidad y características técnicas prescritas en el proyecto, no tuvieran la preparación en él exigida o cuando, a falta de prescripciones formales, se reconociera o demostrara que no son los adecuados para su fin, el director de obra, a instancias del director de ejecución de la obra, dará la orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o sean los adecuados al fin al que se destinen.

Si, a los 15 días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, ésta no ha sido cumplida, podrá hacerlo el promotor a cuenta de contratista.

En el caso de que los materiales, aparatos, equipos o elementos de instalaciones fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del director de obra, se recibirán con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

1.1.2.15. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras correrán a cargo y cuenta del contratista.

Todo ensayo que no resulte satisfactorio, no se realice por omisión del contratista, o que no ofrezca las suficientes garantías, podrá comenzarse nuevamente o realizarse nuevos ensayos o pruebas especificadas en

el proyecto, a cargo y cuenta del contratista y con la penalización correspondiente, así como todas las obras complementarias a que pudieran dar lugar cualquiera de los supuestos anteriormente citados y que el director de obra considere necesarios.

1.1.2.16. Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

1.1.2.17. Obras sin prescripciones explícitas

En la ejecución de trabajos que pertenecen a la construcción de las obras, y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del proyecto, el contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las normas y prácticas de la buena construcción.

1.1.3. Disposiciones de las recepciones de edificios y obras anejas

1.1.3.1. Consideraciones de carácter general

La recepción de la obra es el acto por el cual el contratista, una vez concluida la obra, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el contratista, haciendo constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados. Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al contratista para asegurar sus responsabilidades.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales.

En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía serán los establecidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", y se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

1.1.3.2. Recepción provisional

Treinta días antes de dar por finalizadas las obras, comunicará el director de ejecución de la obra al promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir el acto de la Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención del promotor, del contratista, del director de obra y del director de ejecución de la obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección extenderán el correspondiente Certificado de Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar expresamente en el Acta y se darán al contratista las oportunas instrucciones para subsanar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.3. Documentación final de la obra

El director de ejecución de la obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactará la documentación final de las obras, que se facilitará al promotor, con las especificaciones y contenidos dispuestos por la legislación vigente. Esta documentación incluye el Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

1.1.3.4. Medición definitiva y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el director de ejecución de la obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el director de obra con su firma, servirá para el abono por el promotor del saldo resultante menos la cantidad retenida en concepto de fianza.

1.1.3.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el contrato privado y, en cualquier caso, nunca deberá ser inferior a un año salvo casos especiales.

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, la dirección facultativa, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras.

Si el informe fuera favorable, el contratista quedará exonerado de toda responsabilidad, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días.

En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra, la dirección facultativa procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para su debida reparación, concediéndole para ello un plazo durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por la ampliación del plazo de garantía.

1.1.3.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo y cuenta del contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones ocasionadas por el uso correrán a cargo del promotor y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del contratista.

1.1.3.7. Recepción definitiva

La recepción definitiva se realizará después de transcurrido el plazo de garantía, en igual modo y con las mismas formalidades que la provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios, y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran derivar de los vicios de construcción.

1.1.3.8. Prórroga del plazo de garantía

Si, al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra indicará al contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

1.1.3.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa sin problema alguno.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto anteriormente.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

1.2. Disposiciones Facultativas

1.2.1. Definición, atribuciones y obligaciones de los agentes de la edificación

Las atribuciones de los distintos agentes intervinientes en la edificación son las reguladas por la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

Se definen agentes de la edificación todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención.

Las definiciones y funciones de los agentes que intervienen en la edificación quedan recogidas en el capítulo III "Agentes de la edificación", considerándose:

1.2.1.1. El promotor

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Asume la iniciativa de todo el proceso de la edificación, impulsando la gestión necesaria para llevar a cabo la obra inicialmente proyectada, y se hace cargo de todos los costes necesarios.

Según la legislación vigente, a la figura del promotor se equiparan también las de gestor de sociedades cooperativas, comunidades de propietarios, u otras análogas que asumen la gestión económica de la edificación.

Cuando las Administraciones públicas y los organismos sujetos a la legislación de contratos de las Administraciones públicas actúen como promotores, se regirán por la "Ley 9/2017. Ley de Contratos del Sector Público" y, en lo no contemplado en la misma, por las disposiciones de la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación".

1.2.1.2. El proyectista

Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Podrán redactar proyectos parciales del proyecto, o partes que lo complementen, otros técnicos, de forma coordinada con el autor de éste.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos según lo previsto en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

1.2.1.3. El constructor o contratista

Es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al Proyecto y al Contrato de obra.

CABE EFECTUAR ESPECIAL MENCIÓN DE QUE LA LEY SEÑALA COMO RESPONSABLE EXPLÍCITO DE LOS VICIOS O DEFECTOS CONSTRUCTIVOS AL CONTRATISTA GENERAL DE LA OBRA, SIN PERJUICIO DEL DERECHO DE REPETICIÓN DE ÉSTE HACIA LOS SUBCONTRATISTAS.

1.2.1.4. El director de obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas, y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo la coordinación del director de obra.

1.2.1.5. El director de la ejecución de la obra

Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la Ejecución Material de la Obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y calidad de lo edificado. Para ello es requisito indispensable el estudio y análisis previo del proyecto de ejecución una vez redactado por el director de obra, procediendo a solicitarle, con antelación al inicio de las obras, todas aquellas aclaraciones, subsanaciones o documentos complementarios que, dentro de su competencia y atribuciones legales, estimare necesarios para poder dirigir de manera solvente la ejecución de las mismas.

1.2.1.6. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

1.2.1.7. Los suministradores de productos

Se consideran suministradores de productos los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

Se entiende por producto de construcción aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

1.2.2. Agentes que intervienen en la obra

La relación de agentes intervinientes se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.3. Agentes en materia de seguridad y salud

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud se encuentra en la memoria descriptiva del proyecto.

1.2.4. Agentes en materia de gestión de residuos

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, se encuentra en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

1.2.5. La dirección facultativa

La dirección facultativa está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra. A la dirección facultativa se integrará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, en el caso de que se haya adjudicado dicha misión a facultativo distinto de los anteriores.

Representa técnicamente los intereses del promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.

1.2.6. Visitas facultativas

Son las realizadas a la obra de manera conjunta o individual por cualquiera de los miembros que componen la dirección facultativa. La intensidad y número de visitas dependerá de los cometidos que a cada agente le son propios, pudiendo variar en función de los requerimientos específicos y de la mayor o menor exigencia presencial requerible al técnico al efecto en cada caso y según cada una de las fases de la obra. Deberán adaptarse al proceso lógico de construcción, pudiendo los agentes ser o no coincidentes en la obra en función de la fase concreta que se esté desarrollando en cada momento y del cometido exigible a cada cual.

1.2.7. Obligaciones de los agentes intervinientes

Las obligaciones de los agentes que intervienen en la edificación son las contenidas en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación aplicable.

1.2.7.1. El promotor

Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.

Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra, al director de la ejecución de la obra y al contratista posteriores modificaciones del mismo que fueran imprescindibles para llevar a buen fin lo proyectado.

Elegir y contratar a los distintos agentes, con la titulación y capacitación profesional necesaria, que garanticen el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para realizar en su globalidad y llevar a buen fin el objeto de lo promovido, en los plazos estipulados y en las condiciones de calidad exigibles mediante el cumplimiento de los requisitos básicos estipulados para los edificios.

Gestionar y hacerse cargo de las preceptivas licencias y demás autorizaciones administrativas procedentes que, de conformidad con la normativa aplicable, conlleva la construcción de edificios, la urbanización que procediera en su entorno inmediato, la realización de obras que en ellos se ejecuten y su ocupación.

Garantizar los daños materiales que el edificio pueda sufrir, para la adecuada protección de los intereses de los usuarios finales, en las condiciones legalmente establecidas, asumiendo la responsabilidad civil de forma personal e individualizada, tanto por actos propios como por actos de otros agentes por los que, con arreglo a la legislación vigente, se deba responder.

La suscripción obligatoria de un seguro, de acuerdo a las normas concretas fijadas al efecto, que cubra los daños materiales que ocasionen en el edificio el incumplimiento de las condiciones de habitabilidad en tres años o que afecten a la seguridad estructural en el plazo de diez años, con especial mención a las viviendas individuales en régimen de autopromoción, que se registrarán por lo especialmente legislado al efecto.

Contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Suscribir el acta de recepción final de las obras, una vez concluidas éstas, haciendo constar la aceptación de las obras, que podrá efectuarse con o sin reservas y que deberá abarcar la totalidad de las obras o fases completas. En el caso de hacer mención expresa a reservas para la recepción, deberán mencionarse de manera detallada las deficiencias y se deberá hacer constar el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.

Entregar al adquirente y usuario inicial, en su caso, el denominado Libro del Edificio que contiene el manual de uso y mantenimiento del mismo y demás documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

1.2.7.2. El proyectista

Redactar el proyecto por encargo del promotor, con sujeción a la normativa urbanística y técnica en vigor y conteniendo la documentación necesaria para tramitar tanto la licencia de obras y demás permisos administrativos -proyecto básico- como para ser interpretada y poder ejecutar totalmente la obra, entregando al promotor las copias autorizadas correspondientes, debidamente visadas por su colegio profesional.

Definir el concepto global del proyecto de ejecución con el nivel de detalle gráfico y escrito suficiente y calcular los elementos fundamentales del edificio, en especial la cimentación y la estructura. Concretar en el Proyecto el emplazamiento de cuartos de máquinas, de contadores, hornacinas, espacios asignados para subida de conductos, reservas de huecos de ventilación, alojamiento de sistemas de telecomunicación y, en general, de aquellos elementos necesarios en el edificio para facilitar las determinaciones concretas y especificaciones detalladas que son cometido de los proyectos parciales, debiendo éstos adaptarse al Proyecto de Ejecución, no pudiendo contravenirlo en modo alguno. Deberá entregarse necesariamente un ejemplar del proyecto complementario al director de obra antes del inicio de las obras o instalaciones correspondientes.

Acordar con el promotor la contratación de colaboraciones parciales de otros técnicos profesionales.

Facilitar la colaboración necesaria para que se produzca la adecuada coordinación con los proyectos parciales exigibles por la legislación o la normativa vigente y que sea necesario incluir para el desarrollo adecuado del proceso edificatorio, que deberán ser redactados por técnicos competentes, bajo su responsabilidad y suscritos por persona física. Los proyectos parciales serán aquellos redactados por otros técnicos cuya competencia puede ser distinta e incompatible con las competencias del director de obra y, por tanto, de exclusiva responsabilidad de éstos.

Elaborar aquellos proyectos parciales o estudios complementarios exigidos por la legislación vigente en los que es legalmente competente para su redacción, excepto declinación expresa del director de obra y previo

acuerdo con el promotor, pudiendo exigir la compensación económica en concepto de cesión de derechos de autor y de la propiedad intelectual si se tuviera que entregar a otros técnicos, igualmente competentes para realizar el trabajo, documentos o planos del proyecto por él redactado, en soporte papel o informático.

Ostentar la propiedad intelectual de su trabajo, tanto de la documentación escrita como de los cálculos de cualquier tipo, así como de los planos contenidos en la totalidad del proyecto y cualquiera de sus documentos complementarios.

1.2.7.3. El constructor o contratista

Tener la capacitación profesional o titulación que habilita para el cumplimiento de las condiciones legalmente exigibles para actuar como constructor.

Organizar los trabajos de construcción para cumplir con los plazos previstos, de acuerdo al correspondiente Plan de Obra, efectuando las instalaciones provisionales y disponiendo de los medios auxiliares necesarios.

Definir y desarrollar un sistema de seguimiento, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará el plan de obra y el programa de autocontrol de la ejecución de la estructura, desarrollando el plan de control definido en el proyecto. El programa de autocontrol contemplará las particularidades concretas de la obra, relativas a medios, procesos y actividades, y se desarrollará el seguimiento de la ejecución de manera que permita comprobar la conformidad con las especificaciones del proyecto. Dicho programa será aprobado por la dirección facultativa antes del inicio de los trabajos.

Registrar los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol en un soporte, físico o electrónico, que estará a disposición de la dirección facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el constructor para el autocontrol de cada actividad.

Mantener a disposición de la dirección facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la construcción, dicho registro se incorporará a la documentación final de obra.

Definir un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

Elaborar, y exigir de cada subcontratista, un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dichos planes se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención propuestas, con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Comunicar a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el "Real Decreto 1627/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

Adoptar todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, así como cumplir las órdenes efectuadas por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud en la fase de Ejecución de la obra.

Supervisar de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Examinar la documentación aportada por los técnicos redactores correspondientes, tanto del Proyecto de Ejecución como de los proyectos complementarios, así como del Estudio de Seguridad y Salud, verificando que le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitando las aclaraciones pertinentes.

Facilitar la labor de la dirección facultativa, suscribiendo el Acta de Replanteo, ejecutando las obras con sujeción al Proyecto de Ejecución que deberá haber examinado previamente, a la legislación aplicable, a las Instrucciones del director de obra y del director de la ejecución material de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

Efectuar las obras siguiendo los criterios al uso que son propios de la correcta construcción, que tiene la obligación de conocer y poner en práctica, así como de las leyes generales de los materiales o *lex artis*, aún cuando éstos criterios no estuvieran específicamente reseñados en su totalidad en la documentación de proyecto. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las tareas de los subcontratistas.

Disponer de los medios materiales y humanos que la naturaleza y entidad de la obra impongan, disponiendo del número adecuado de oficiales, suboficiales y peones que la obra requiera en cada momento, bien por personal propio o mediante subcontratistas al efecto, procediendo a solapar aquellos oficios en la obra que sean compatibles entre sí y que permitan acometer distintos trabajos a la vez sin provocar interferencias, contribuyendo con ello a la agilización y finalización de la obra dentro de los plazos previstos.

Ordenar y disponer en cada momento de personal suficiente a su cargo para que efectúe las actuaciones pertinentes para ejecutar las obras con solvencia, diligentemente y sin interrupción, programándolas de manera coordinada con el director de ejecución material de la obra.

Supervisar personalmente y de manera continuada y completa la marcha de las obras, que deberán transcurrir sin dilación y con adecuado orden y concierto, así como responder directamente de los trabajos efectuados por sus trabajadores subordinados, exigiéndoles el continuo autocontrol de los trabajos que efectúen, y ordenando la modificación de todas aquellas tareas que se presenten mal efectuadas.

Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales utilizados y elementos constructivos, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción facultativa del director de la ejecución de la obra, los suministros de material o prefabricados que no cuenten con las garantías, documentación mínima exigible o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación, debiendo recabar de la dirección facultativa la información que necesite para cumplir adecuadamente su cometido.

Dotar de material, maquinaria y utillajes adecuados a los operarios que intervengan en la obra, para efectuar adecuadamente las instalaciones necesarias y no menoscabar con la puesta en obra las características y naturaleza de los elementos constructivos que componen el edificio una vez finalizado.

Poner a disposición del director de ejecución material de la obra los medios auxiliares y personal necesario para efectuar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, recabando de dicho técnico el plan a seguir en cuanto a las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias.

Cuidar de que el personal de la obra guarde el debido respeto a la dirección facultativa.

Auxiliar al director de la ejecución de la obra en los actos de replanteo y firmar posteriormente y una vez finalizado éste, el acta correspondiente de inicio de obra, así como la de recepción final.

Efectuar la inspección de cada fase de la estructura ejecutada, dejando constancia documental, al objeto de comprobar que se cumplen las especificaciones dimensionales del proyecto.

Facilitar a los directores de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación final de obra ejecutada.

Suscribir las garantías de obra que se señalan en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y que, en función de su naturaleza, alcanzan períodos de 1 año (daños por defectos de terminación o acabado de las obras), 3 años (daños por defectos o vicios de elementos constructivos o de instalaciones que afecten a la habitabilidad) o 10 años (daños en cimentación o estructura que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio).

1.2.7.4. La dirección facultativa

Constatar antes del inicio de la ejecución de cada parte de la obra, que existe un programa de control para los productos y para la ejecución, que haya sido redactado específicamente para la obra, conforme a lo indicado en el proyecto y la normativa de obligado cumplimiento. Cualquier incumplimiento de los requisitos previos establecidos, provocará el aplazamiento del inicio de la obra hasta que la dirección facultativa constate documentalmente que se ha subsanado la causa que dio origen al citado incumplimiento.

Aprobar el programa de control antes de iniciar las actividades de control en la obra, elaborado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, que tenga en cuenta el cronograma o plan de obra del constructor y su procedimiento de autocontrol.

Validar el control de recepción, velando para que los productos incorporados en la obra sean adecuados a su uso y cumplan con las especificaciones requeridas.

Verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones indicadas en el proyecto y, en su defecto, en la normativa de obligado cumplimiento, ya que el marcado CE no garantiza su idoneidad para un uso concreto.

1.2.7.5. El director de obra

Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética a los agentes intervinientes en el proceso constructivo.

Detener la obra por causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata al promotor.

Redactar las modificaciones, ajustes, rectificaciones o planos complementarios que se precisen para el adecuado desarrollo de las obras. Es facultad expresa y única la redacción de aquellas modificaciones o aclaraciones directamente relacionadas con la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno; el cálculo o recálculo del dimensionado y armado de todos y cada uno de los elementos principales y complementarios de la cimentación y de la estructura vertical y horizontal; los que afecten sustancialmente a la distribución de espacios y las soluciones de fachada y cubierta y dimensionado y composición de huecos, así como la modificación de los materiales previstos.

Asesorar al director de la ejecución de la obra en aquellas aclaraciones y dudas que pudieran acontecer para el correcto desarrollo de la misma, en lo que respecta a las interpretaciones de las especificaciones de proyecto.

Asistir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan para asegurar la correcta interpretación y ejecución del proyecto, así como impartir las soluciones aclaratorias que fueran necesarias, consignando en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que se estimara oportunas reseñar para la correcta interpretación de lo proyectado, sin perjuicio de efectuar todas las aclaraciones y órdenes verbales que estimare oportuno.

Firmar el Acta de replanteo o de comienzo de obra y el Certificado Final de Obra, así como firmar el visto bueno de las certificaciones parciales referidas al porcentaje de obra efectuada y, en su caso y a instancias del promotor, la supervisión de la documentación que se le presente relativa a las unidades de obra realmente ejecutadas previa a su liquidación final, todo ello con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Informar puntualmente al promotor de aquellas modificaciones sustanciales que, por razones técnicas o normativas, conllevan una variación de lo construido con respecto al proyecto básico y de ejecución y que afecten o puedan afectar al contrato suscrito entre el promotor y los destinatarios finales de las viviendas.

Redactar la documentación final de obra, en lo que respecta a la documentación gráfica y escrita del proyecto ejecutado, incorporando las modificaciones efectuadas. Para ello, los técnicos redactores de proyectos y/o estudios complementarios deberán obligatoriamente entregarle la documentación final en la que se haga constar el estado final de las obras y/o instalaciones por ellos redactadas, supervisadas y realmente ejecutadas, siendo responsabilidad de los firmantes la veracidad y exactitud de los documentos presentados.

Al Proyecto Final de Obra se anexará el Acta de Recepción Final; la relación identificativa de los agentes que han intervenido en el proceso de edificación, incluidos todos los subcontratistas y oficios intervinientes; las instrucciones de Uso y Mantenimiento del Edificio y de sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

La documentación a la que se hace referencia en los dos apartados anteriores es parte constituyente del Libro del Edificio y el promotor deberá entregar una copia completa a los usuarios finales del mismo que, en el caso de edificios de viviendas plurifamiliares, se materializa en un ejemplar que deberá ser custodiado por el Presidente de la Comunidad de Propietarios o por el Administrador, siendo éstos los responsables de divulgar al resto de propietarios su contenido y de hacer cumplir los requisitos de mantenimiento que constan en la citada documentación.

Además de todas las facultades que corresponden al director de obra, expresadas en los artículos precedentes, es misión específica suya la dirección mediata, denominada alta dirección en lo que al cumplimiento de las directrices generales del proyecto se refiere, y a la adecuación de lo construido a éste.

Cabe señalar expresamente que la resistencia al cumplimiento de las órdenes de los directores de obra en su labor de alta dirección se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá recusar al contratista y/o acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.6. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de ejecución material de la obra, según se establece en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación" y demás legislación vigente al efecto, las atribuciones competenciales y obligaciones que se señalan a continuación:

La Dirección inmediata de la Obra.

Verificar personalmente la recepción a pie de obra, previo a su acopio o colocación definitiva, de todos los productos y materiales suministrados necesarios para la ejecución de la obra, comprobando que se ajustan con precisión a las determinaciones del proyecto y a las normas exigibles de calidad, con la plena potestad de aceptación o rechazo de los mismos en caso de que lo considerase oportuno y por causa justificada, ordenando la realización de pruebas y ensayos que fueran necesarios.

Dirigir la ejecución material de la obra de acuerdo con las especificaciones de la memoria y de los planos del Proyecto, así como, en su caso, con las instrucciones complementarias necesarias que recabara del director de obra.

Anticiparse con la antelación suficiente a las distintas fases de la puesta en obra, requiriendo las aclaraciones al director de obra o directores de obra que fueran necesarias y planificando de manera anticipada y continuada con el contratista principal y los subcontratistas los trabajos a efectuar.

Comprobar los replanteos, los materiales, hormigones y demás productos suministrados, exigiendo la presentación de los oportunos certificados de idoneidad de los mismos.

Verificar la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, extendiéndose dicho cometido a todos los elementos de cimentación y estructura horizontal y vertical, con comprobación de sus especificaciones concretas de dimensionado de elementos, tipos de viguetas y adecuación a ficha técnica homologada, diámetros nominales, longitudes de anclaje y adecuados solape y doblado de barras.

Observancia de los tiempos de encofrado y desencofrado de vigas, pilares y forjados señalados por la Instrucción del Hormigón vigente y de aplicación.

Comprobación del correcto dimensionado de rampas y escaleras y de su adecuado trazado y replanteo con acuerdo a las pendientes, desniveles proyectados y al cumplimiento de todas las normativas que son de aplicación; a dimensiones parciales y totales de elementos, a su forma y geometría específica, así como a las distancias que deben guardarse entre ellos, tanto en horizontal como en vertical.

Verificación de la adecuada puesta en obra de fábricas y cerramientos, a su correcta y completa trabazón y, en general, a lo que atañe a la ejecución material de la totalidad de la obra y sin excepción alguna, de acuerdo a los criterios y leyes de los materiales y de la correcta construcción (*lex artis*) y a las normativas de aplicación.

Asistir a la obra con la frecuencia, dedicación y diligencia necesarias para cumplir eficazmente la debida supervisión de la ejecución de la misma en todas sus fases, desde el replanteo inicial hasta la total finalización del edificio, dando las órdenes precisas de ejecución al contratista y, en su caso, a los subcontratistas.

Consignar en el Libro de Ordenes y Asistencias las instrucciones precisas que considerara oportuno reseñar para la correcta ejecución material de las obras.

Supervisar posteriormente el correcto cumplimiento de las órdenes previamente efectuadas y la adecuación de lo realmente ejecutado a lo ordenado previamente.

Verificar el adecuado trazado de instalaciones, conductos, acometidas, redes de evacuación y su dimensionado, comprobando su idoneidad y ajuste tanto a las especificaciones del proyecto de ejecución como de los proyectos parciales, coordinando dichas actuaciones con los técnicos redactores correspondientes.

Detener la Obra si, a su juicio, existiera causa grave y justificada, que se deberá hacer constar necesariamente en el Libro de Ordenes y Asistencias, dando cuenta inmediata a los directores de obra que deberán necesariamente corroborarla para su plena efectividad, y al promotor.

Supervisar las pruebas pertinentes para el Control de Calidad, respecto a lo especificado por la normativa vigente, en cuyo cometido y obligaciones tiene legalmente competencia exclusiva, programando bajo su responsabilidad y debidamente coordinado y auxiliado por el contratista, las tomas de muestras, traslados, ensayos y demás actuaciones necesarias de elementos estructurales, así como las pruebas de estanqueidad de fachadas y de sus elementos, de cubiertas y sus impermeabilizaciones, comprobando la eficacia de las soluciones.

Informar con prontitud a los directores de obra de los resultados de los Ensayos de Control conforme se vaya teniendo conocimiento de los mismos, proponiéndole la realización de pruebas complementarias en caso de resultados adversos.

Tras la oportuna comprobación, emitir las certificaciones parciales o totales relativas a las unidades de obra realmente ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

Colaborar activa y positivamente con los restantes agentes intervinientes, sirviendo de nexo de unión entre éstos, el contratista, los subcontratistas y el personal de la obra.

Elaborar y suscribir responsablemente la documentación final de obra relativa a los resultados del Control de Calidad y, en concreto, a aquellos ensayos y verificaciones de ejecución de obra realizados bajo su supervisión relativos a los elementos de la cimentación, muros y estructura, a las pruebas de estanqueidad y escorrentía de cubiertas y de fachadas, a las verificaciones del funcionamiento de las instalaciones de saneamiento y desagües de pluviales y demás aspectos señalados en la normativa de Control de Calidad.

Suscribir conjuntamente el Certificado Final de Obra, acreditando con ello su conformidad a la correcta ejecución de las obras y a la comprobación y verificación positiva de los ensayos y pruebas realizadas.

Si se hiciera caso omiso de las órdenes efectuadas por el director de la ejecución de la obra, se considerará como falta grave y, en caso de que, a su juicio, el incumplimiento de lo ordenado pusiera en peligro la obra o las personas que en ella trabajan, podrá acudir a las autoridades judiciales, siendo responsable el contratista de las consecuencias legales y económicas.

1.2.7.7. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de la obra.

Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

Demostrar su independencia respecto al resto de los agentes involucrados en la obra. En consecuencia, previamente al inicio de la misma, entregarán a la propiedad una declaración firmada por la persona física que avale la referida independencia, de modo que la dirección facultativa pueda incorporarla a la documentación final de la obra.

Efectuar los ensayos pertinentes para comprobar la conformidad de los productos a su recepción en la obra, que serán encomendados a laboratorios independientes del resto de los agentes que intervienen en la obra y dispondrán de la capacidad suficiente.

Entregar los resultados de los ensayos al agente autor del encargo y, en todo caso, a la dirección facultativa, que irán acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas de la entrada de las muestras en el laboratorio y de la realización de los ensayos.

1.2.7.8. Los suministradores de productos

Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.

Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

Proporcionar, cuando proceda, un certificado final de suministro en el que se recojan los materiales o productos, de modo que se mantenga la necesaria trazabilidad de los materiales o productos certificados.

1.2.7.9. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.2.8. Documentación final de obra: Libro del Edificio

De acuerdo a la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", una vez finalizada la obra, el proyecto con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que hacen referencia los apartados anteriores, que constituirá el {{Libro del Edificio}}, será entregada a los usuarios finales del edificio.

1.2.8.1. Los propietarios y los usuarios

Son obligaciones de los propietarios conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuente.

Son obligaciones de los usuarios sean o no propietarios, la utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

1.3. Disposiciones Económicas

1.3.1. Definición

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, promotor y contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

1.3.2. Contrato de obra

Se aconseja que se firme el contrato de obra, entre el promotor y el contratista, antes de iniciarse las obras, evitando en lo posible la realización de la obra por administración. A la dirección facultativa (director de obra y director de ejecución de la obra) se le facilitará una copia del contrato de obra, para poder certificar en los términos pactados.

Sólo se aconseja contratar por administración aquellas partidas de obra irrelevantes y de difícil cuantificación, o cuando se desee un acabado muy esmerado.

El contrato de obra deberá prever las posibles interpretaciones y discrepancias que pudieran surgir entre las partes, así como garantizar que la dirección facultativa pueda, de hecho, COORDINAR, DIRIGIR y CONTROLAR la obra, por lo que es conveniente que se especifiquen y determinen con claridad, como mínimo, los siguientes puntos:

- Documentos a aportar por el contratista.
- Condiciones de ocupación del solar e inicio de las obras.
- Determinación de los gastos de enganches y consumos.
- Responsabilidades y obligaciones del contratista: Legislación laboral.
- Responsabilidades y obligaciones del promotor.
- Presupuesto del contratista.
- Revisión de precios (en su caso).

- Forma de pago: Certificaciones.
- Retenciones en concepto de garantía (nunca menos del 5%).
- Plazos de ejecución: Planning.
- Retraso de la obra: Penalizaciones.
- Recepción de la obra: Provisional y definitiva.
- Litigio entre las partes.

Dado que este Pliego de Condiciones Económicas es complemento del contrato de obra, en caso de que no exista contrato de obra alguno entre las partes se le comunicará a la dirección facultativa, que pondrá a disposición de las partes el presente Pliego de Condiciones Económicas que podrá ser usado como base para la redacción del correspondiente contrato de obra.

1.3.3. Criterio General

Todos los agentes que intervienen en el proceso de la construcción, definidos en la "Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación", tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas, pudiendo exigirse recíprocamente las garantías suficientes para el cumplimiento diligente de sus obligaciones de pago.

1.3.4. Fianzas

El contratista presentará una fianza con arreglo al procedimiento que se estipule en el contrato de obra:

1.3.4.1. Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en nombre y representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

1.3.4.2. Devolución de las fianzas

La fianza recibida será devuelta al contratista en un plazo establecido en el contrato de obra, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros y subcontratos.

1.3.4.3. Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales

Si el promotor, con la conformidad del director de obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

1.3.5. De los precios

El objetivo principal de la elaboración del presupuesto es anticipar el coste del proceso de construir la obra. Descompondremos el presupuesto en unidades de obra, componente menor que se contrata y certifica por separado, y basándonos en esos precios, calcularemos el presupuesto.

1.3.5.1. Precio básico

Es el precio por unidad (ud, m, kg, etc.) de un material dispuesto a pie de obra, (incluido su transporte a obra, descarga en obra, embalajes, etc.) o el precio por hora de la maquinaria y de la mano de obra.

1.3.5.2. Precio unitario

Es el precio de una unidad de obra que obtendremos como suma de los siguientes costes:

- Costes directos: calculados como suma de los productos "precio básico x cantidad" de la mano de obra, maquinaria y materiales que intervienen en la ejecución de la unidad de obra.
- Medios auxiliares: Costes directos complementarios, calculados en forma porcentual como porcentaje de otros componentes, debido a que representan los costes directos que intervienen en la ejecución de la unidad de obra y que son de difícil cuantificación. Son diferentes para cada unidad de obra.
- Costes indirectos: aplicados como un porcentaje de la suma de los costes directos y medios auxiliares, igual para cada unidad de obra debido a que representan los costes de los factores necesarios para la ejecución de la obra que no se corresponden a ninguna unidad de obra en concreto.

En relación a la composición de los precios, se establece que la composición y el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se base en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.

Considera costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Deben incluirse como costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorio, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, excepto aquéllos que se reflejen en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra, que adoptará, en cada caso, el autor del proyecto a la vista de la naturaleza de la obra proyectada, de la importancia de su presupuesto y de su previsible plazo de ejecución.

Las características técnicas de cada unidad de obra, en las que se incluyen todas las especificaciones necesarias para su correcta ejecución, se encuentran en el apartado de 'Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra', junto a la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra.

Si en la descripción del proceso de ejecución de la unidad de obra no figurase alguna operación necesaria para su correcta ejecución, se entiende que está incluida en el precio de la unidad de obra, por lo que no supondrá cargo adicional o aumento de precio de la unidad de obra contratada.

Para mayor aclaración, se exponen algunas operaciones o trabajos, que se entiende que siempre forman parte del proceso de ejecución de las unidades de obra:

- El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones.
- Eliminación de restos, limpieza final y retirada de residuos a vertedero de obra.
- Transporte de escombros sobrantes a vertedero autorizado.
- Montaje, comprobación y puesta a punto.
- Las correspondientes legalizaciones y permisos en instalaciones.
- Maquinaria, andamiajes y medios auxiliares necesarios.

Trabajos que se considerarán siempre incluidos y para no ser reiterativos no se especifican en cada una de las unidades de obra.

1.3.5.3. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

Es el resultado de la suma de los precios unitarios de las diferentes unidades de obra que la componen.

Se denomina Presupuesto de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas. Es decir, el coste de la obra sin incluir los gastos generales, el beneficio industrial y el impuesto sobre el valor añadido.

1.3.5.4. Precios contradictorios

Sólo se producirán precios contradictorios cuando el promotor, por medio del director de obra, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista siempre estará obligado a efectuar los cambios indicados.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el contrato de obra o, en su defecto, antes de quince días hábiles desde que se le comunique fehacientemente al director de obra. Si subsiste la diferencia, se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato de obra. Nunca se tomará para la valoración de los correspondientes precios contradictorios la fecha de la ejecución de la unidad de obra en cuestión.

1.3.5.5. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato de obra, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

1.3.5.6. Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres locales respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a lo previsto en el Presupuesto y en el criterio de medición en obra recogido en el Pliego.

1.3.5.7. De la revisión de los precios contratados

El presupuesto presentado por el contratista se entiende que es cerrado, por lo que no se aplicará revisión de precios.

Sólo se procederá a efectuar revisión de precios cuando haya quedado explícitamente determinado en el contrato de obra entre el promotor y el contratista.

1.3.5.8. Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario, son de la exclusiva propiedad de éste, siendo el contratista responsable de su guarda y conservación.

1.3.6. Obras por administración

Se denominan "Obras por administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el promotor, bien por sí mismo, por un representante suyo o por mediación de un contratista.

Las obras por administración se clasifican en dos modalidades:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

Según la modalidad de contratación, en el contrato de obra se regulará:

- Su liquidación.
- El abono al contratista de las cuentas de administración delegada.
- Las normas para la adquisición de los materiales y aparatos.
- Responsabilidades del contratista en la contratación por administración en general y, en particular, la debida al bajo rendimiento de los obreros.

1.3.7. Valoración y abono de los trabajos

1.3.7.1. Forma y plazos de abono de las obras

Se realizará por certificaciones de obra y se recogerán las condiciones en el contrato de obra establecido entre las partes que intervienen (promotor y contratista) que, en definitiva, es el que tiene validez.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos en el contrato de obra, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de la obra conformadas por el director de ejecución de la obra, en virtud de las cuáles se verifican aquéllos.

El director de ejecución de la obra realizará, en la forma y condiciones que establezca el criterio de medición en obra incorporado en las Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior, pudiendo el contratista presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra que, por sus dimensiones y características, hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el contratista está obligado a avisar al director de ejecución de la obra con la suficiente antelación, a fin de que éste pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el contratista.

A falta de aviso anticipado, cuya existencia corresponde probar al contratista, queda éste obligado a aceptar las decisiones del promotor sobre el particular.

1.3.7.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En los plazos fijados en el contrato de obra entre el promotor y el contratista, éste último formulará una relación valorada de las obras ejecutadas durante las fechas previstas, según la medición practicada por el director de ejecución de la obra.

Las certificaciones de obra serán el resultado de aplicar, a la cantidad de obra realmente ejecutada, los precios contratados de las unidades de obra. Sin embargo, los excesos de obra realizada en unidades, tales como excavaciones y hormigones, que sean imputables al contratista, no serán objeto de certificación alguna.

Los pagos se efectuarán por el promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá al de las certificaciones de obra, conformadas por la dirección facultativa. Tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la Liquidación Final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones parciales la aceptación, la aprobación, ni la recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. Si la dirección facultativa lo exigiera, las certificaciones se extenderán a origen.

1.3.7.3. Mejora de obras libremente ejecutadas

Cuando el contratista, incluso con la autorización del director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin solicitársela, cualquier otra modificación que sea beneficiosa a juicio de la dirección facultativa, no tendrá derecho más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

1.3.7.4. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará previa justificación por parte del contratista. Para ello, el director de obra indicará al contratista, con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta.

1.3.7.5. Abono de trabajos especiales no contratados

Cuando fuese preciso efectuar cualquier tipo de trabajo de índole especial u ordinaria que, por no estar contratado, no sea de cuenta del contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el promotor por separado y en las condiciones que se estipulen en el contrato de obra.

1.3.7.6. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional, y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo, y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, sin estar sujetos a revisión de precios.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el promotor, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

1.3.8. Indemnizaciones Mutuas

1.3.8.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

Si, por causas imputables al contratista, las obras sufrieran un retraso en su finalización con relación al plazo de ejecución previsto, el promotor podrá imponer al contratista, con cargo a la última certificación, las penalizaciones establecidas en el contrato, que nunca serán inferiores al perjuicio que pudiera causar el retraso de la obra.

1.3.8.2. Demora de los pagos por parte del promotor

Se regulará en el contrato de obra las condiciones a cumplir por parte de ambos.

1.3.9. Varios

1.3.9.1. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

Sólo se admitirán mejoras de obra, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ejecución de los trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como de los materiales y maquinaria previstos en el contrato.

Sólo se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, en el caso que el director de obra haya ordenado por escrito la ampliación de las contratadas como consecuencia de observar errores en las mediciones de proyecto.

En ambos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o maquinaria ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el director de obra introduzca innovaciones que supongan una reducción en los importes de las unidades de obra contratadas.

1.3.9.2. Unidades de obra defectuosas

Las obras defectuosas no se valorarán.

1.3.9.3. Seguro de las obras

El contratista está obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.4. Conservación de la obra

El contratista está obligado a conservar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución, hasta la recepción definitiva.

1.3.9.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

No podrá el contratista hacer uso de edificio o bienes del promotor durante la ejecución de las obras sin el consentimiento del mismo.

Al abandonar el contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como por resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que se estipule en el contrato de obra.

1.3.9.6. Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del contratista, siempre que en el contrato de obra no se estipule lo contrario.

1.3.10. Retenciones en concepto de garantía

Del importe total de las certificaciones se descontará un porcentaje, que se retendrá en concepto de garantía. Este valor no deberá ser nunca menor del cinco por cien (5%) y responderá de los trabajos mal ejecutados y de los perjuicios que puedan ocasionarle al promotor.

Esta retención en concepto de garantía quedará en poder del promotor durante el tiempo designado como PERIODO DE GARANTÍA, pudiendo ser dicha retención, "en metálico" o mediante un aval bancario que garantice el importe total de la retención.

Si el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el director de obra, en representación del promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el promotor, en el caso de que el importe de la fianza no bastase para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

La fianza retenida en concepto de garantía será devuelta al contratista en el plazo estipulado en el contrato, una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. El promotor podrá exigir que el contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas atribuibles a la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros o subcontratos.

1.3.11. Plazos de ejecución: Planning de obra

En el contrato de obra deberán figurar los plazos de ejecución y entregas, tanto totales como parciales. Además, será conveniente adjuntar al respectivo contrato un Planning de la ejecución de la obra donde figuren de forma gráfica y detallada la duración de las distintas partidas de obra que deberán conformar las partes contratantes.

1.3.12. Liquidación económica de las obras

Simultáneamente al libramiento de la última certificación, se procederá al otorgamiento del Acta de Liquidación Económica de las obras, que deberán firmar el promotor y el contratista. En este acto se dará por terminada la obra y se entregarán, en su caso, las llaves, los correspondientes boletines debidamente cumplimentados de acuerdo a la Normativa Vigente, así como los proyectos Técnicos y permisos de las instalaciones contratadas.

Dicha Acta de Liquidación Económica servirá de Acta de Recepción Provisional de las obras, para lo cual será conformada por el promotor, el contratista, el director de obra y el director de ejecución de la obra, quedando desde dicho momento la conservación y custodia de las mismas a cargo del promotor.

La citada recepción de las obras, provisional y definitiva, queda regulada según se describe en las Disposiciones Generales del presente Pliego.

1.3.13. Liquidación final de la obra

Entre el promotor y contratista, la liquidación de la obra deberá hacerse de acuerdo con las certificaciones conformadas por la Dirección de Obra. Si la liquidación se realizara sin el visto bueno de la Dirección de Obra, ésta sólo mediará, en caso de desavenencia o desacuerdo, en el recurso ante los Tribunales.

2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

2.1. Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en el presente proyecto se especifican las características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus cualidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá:

- El control de la documentación de los suministros.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad.
- El control mediante ensayos.

Por parte del constructor o contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del director de ejecución de la obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El contratista notificará al director de ejecución de la obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el director de ejecución de la obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el director de ejecución de la obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del contratista.

El hecho de que el contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.1.1. Garantías de calidad (Marcado CE)

El término producto de construcción queda definido como cualquier producto fabricado para su incorporación, con carácter permanente, a las obras de edificación e ingeniería civil que tengan incidencia sobre los siguientes requisitos esenciales:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene, salud y medio ambiente.
- Seguridad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El marcado CE de un producto de construcción indica:

- Que éste cumple con unas determinadas especificaciones técnicas relacionadas con los requisitos esenciales contenidos en las Normas Armonizadas (EN) y en las Guías DITE (Guías para el Documento de Idoneidad Técnica Europeo).
- Que se ha cumplido el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones indicadas en los mandatos relativos a las normas armonizadas y en las especificaciones técnicas armonizadas.

Siendo el fabricante el responsable de su fijación y la Administración competente en materia de industria la que vele por la correcta utilización del marcado CE.

Es obligación del director de la ejecución de la obra verificar si los productos que entran en la obra están afectados por el cumplimiento del sistema del marcado CE y, en caso de ser así, si se cumplen las condiciones establecidas en el "Reglamento (UE) Nº 305/2011. Reglamento por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo".

El marcado CE se materializa mediante el símbolo "CE" acompañado de una información complementaria.

El fabricante debe cuidar de que el marcado CE figure, por orden de preferencia:

- En el producto propiamente dicho.
- En una etiqueta adherida al mismo.
- En su envase o embalaje.
- En la documentación comercial que le acompaña.

Las letras del símbolo CE deben tener una dimensión vertical no inferior a 5 mm.

Además del símbolo CE deben estar situadas en una de las cuatro posibles localizaciones una serie de inscripciones complementarias, cuyo contenido específico se determina en las normas armonizadas y Guías DITE para cada familia de productos, entre las que se incluyen:

- el número de identificación del organismo notificado (cuando proceda)
- el nombre comercial o la marca distintiva del fabricante
- la dirección del fabricante
- el nombre comercial o la marca distintiva de la fábrica

- las dos últimas cifras del año en el que se ha estampado el marcado en el producto
- el número del certificado CE de conformidad (cuando proceda)
- el número de la norma armonizada y en caso de verse afectada por varias los números de todas ellas
- la designación del producto, su uso previsto y su designación normalizada
- información adicional que permita identificar las características del producto atendiendo a sus especificaciones técnicas

Las inscripciones complementarias del marcado CE no tienen por qué tener un formato, tipo de letra, color o composición especial, debiendo cumplir únicamente las características reseñadas anteriormente para el símbolo.

Dentro de las características del producto podemos encontrar que alguna de ellas presente la mención "Prestación no determinada" (PND).

La opción PND es una clase que puede ser considerada si al menos un estado miembro no tiene requisitos legales para una determinada característica y el fabricante no desea facilitar el valor de esa característica.

2.1.2. Hormigones

2.1.2.1. Hormigón estructural

2.1.2.1.1. Condiciones de suministro

- El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.
- Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor. Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.
- Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.
- El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

2.1.2.1.2. Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la dirección facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - Se entregarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de lo establecido en el Código Estructural.
 - Durante el suministro:
 - Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:
 - Nombre de la central de fabricación de hormigón.
 - Número de serie de la hoja de suministro.
 - Fecha de entrega.
 - Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
 - Especificación del hormigón.
 - En el caso de que el hormigón se designe por propiedades:
 - Designación.
 - Contenido de cemento en kilos por metro cúbico (kg/m^3) de hormigón, con una tolerancia de ± 15 kg.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - En el caso de que el hormigón se designe por dosificación:
 - Contenido de cemento por metro cúbico de hormigón.
 - Relación agua/cemento del hormigón, con una tolerancia de $\pm 0,02$.
 - Tipo de ambiente.
 - Tipo, clase y marca del cemento.
 - Consistencia.
 - Tamaño máximo del árido.
 - Tipo de aditivo, si lo hubiere, y en caso contrario indicación expresa de que no contiene.
 - Procedencia y cantidad de adición (cenizas volantes o humo de sílice) si la hubiere y, en caso contrario, indicación expresa de que no contiene.
 - Designación específica del lugar del suministro (nombre y lugar).
 - Cantidad de hormigón que compone la carga, expresada en metros cúbicos de hormigón fresco.
 - Identificación del camión hormigonera (o equipo de transporte) y de la persona que proceda a la descarga.
 - Hora límite de uso para el hormigón.
 - Después del suministro:
 - El certificado final de suministro, firmado por persona física con poder de representación suficiente, en el cual se garantice la necesaria trazabilidad del producto certificado.

■ Ensayos:

- La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según el Código Estructural.

2.1.2.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

- En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

2.1.2.1.4. Recomendaciones para su uso en obra

- El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

■ Hormigonado en tiempo frío:

- La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.
- Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
- En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.
- En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

■ Hormigonado en tiempo caluroso:

- Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.1.3. Aceros para hormigón armado

2.1.3.1. Aceros corrugados

2.1.3.1.1. Condiciones de suministro

- Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

2.1.3.1.2. Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la dirección facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Se facilitarán los siguientes documentos:
 - Antes del suministro:
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente.
 - Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntarán los certificados de ensayo que garanticen el cumplimiento de las siguientes características:
 - Características mecánicas mínimas garantizadas por el fabricante.
 - Ausencia de grietas después del ensayo de doblado-desdoblado.
 - Aptitud al doblado simple.
 - Los aceros soldables con características especiales de ductilidad deberán cumplir los requisitos de los ensayos de fatiga y deformación alternativa.
 - Características de adherencia. Cuando el fabricante garantice las características de adherencia mediante el ensayo de la viga, presentará un certificado de homologación de adherencia, en el que constará, al menos:
 - Marca comercial del acero.
 - Forma de suministro: barra o rollo.
 - Límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.
 - Composición química.
 - En la documentación, además, constará:
 - El nombre del laboratorio. En el caso de que no se trate de un laboratorio público, declaración de estar acreditado para el ensayo referido.
 - Fecha de emisión del certificado.
 - Durante el suministro:
 - Las hojas de suministro de cada partida o remesa.
 - Hasta la entrada en vigor del mercado CE, se adjuntará una declaración del sistema de identificación del acero que haya empleado el fabricante.
 - La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas. Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.
 - En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.
 - En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.

- Después del suministro:
 - El certificado final de suministro, firmado por persona física con poder de representación suficiente, en el cual se garantice la necesaria trazabilidad del producto certificado.

- Distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:
 - En su caso, los suministradores entregarán al Constructor, quién la facilitará a la dirección facultativa, una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que los productos que se suministrarán están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido, donde al menos constará la siguiente información:
 - Identificación de la entidad certificadora.
 - Logotipo del distintivo de calidad.
 - Identificación del fabricante.
 - Alcance del certificado.
 - Garantía que queda cubierta por el distintivo (nivel de certificación).
 - Número de certificado.
 - Fecha de expedición del certificado.
 - Antes del inicio del suministro, la dirección facultativa valorará, en función del nivel de garantía del distintivo y de acuerdo con lo indicado en el proyecto y lo establecido en el Código Estructural, si la documentación aportada es suficiente para la aceptación del producto suministrado o, en su caso, qué comprobaciones deben efectuarse.

- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según el Código Estructural.
 - En el caso de efectuarse ensayos, los laboratorios de control facilitarán sus resultados acompañados de la incertidumbre de medida para un determinado nivel de confianza, así como la información relativa a las fechas, tanto de la entrada de la muestra en el laboratorio como de la realización de los ensayos.
 - Las entidades y los laboratorios de control de calidad entregarán los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, a la dirección facultativa.

2.1.3.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

- Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

- Antes de su utilización y especialmente después de un largo periodo de almacenamiento en obra, se examinará el estado de su superficie, con el fin de asegurarse de que no presenta alteraciones perjudiciales. Una ligera capa de óxido en la superficie de las barras no se considera perjudicial para su utilización. Sin embargo, no se admitirán pérdidas de peso por oxidación superficial, comprobadas después de una limpieza con cepillo de alambres hasta quitar el óxido adherido, que sean superiores al 1% respecto al peso inicial de la muestra.

- En el momento de su utilización, las armaduras pasivas deben estar exentas de sustancias extrañas en su superficie tales como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material perjudicial para su buena conservación o su adherencia.
- La elaboración de armaduras mediante procesos de ferralla requiere disponer de unas instalaciones que permitan desarrollar, al menos, las siguientes actividades:
 - Almacenamiento de los productos de acero empleados.
 - Proceso de enderezado, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en rollo.
 - Procesos de corte, doblado, soldadura y armado, según el caso.

2.1.3.1.4. Recomendaciones para su uso en obra

- Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.
- Se prohíbe emplear materiales componentes (agua, áridos, aditivos y/o adiciones) que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las establecidas.

2.1.4. Aceros para estructuras metálicas

2.1.4.1. Aceros en perfiles laminados

2.1.4.1.1. Condiciones de suministro

- Los aceros se deben transportar de una manera segura, de forma que no se produzcan deformaciones permanentes y los daños superficiales sean mínimos. Los componentes deben estar protegidos contra posibles daños en los puntos de eslingado (por donde se sujetan para izarlos).
- Los componentes prefabricados que se almacenan antes del transporte o del montaje deben estar apilados por encima del terreno y sin contacto directo con éste. Debe evitarse cualquier acumulación de agua. Los componentes deben mantenerse limpios y colocados de forma que se eviten las deformaciones permanentes.
- Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra acabadas con imprimación antioxidante tengan una preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y hayan recibido en taller dos manos de imprimación anticorrosiva, libre de plomo y de cromados, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano, excepto en la zona

en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura.

- Se verificará que las piezas de acero que lleguen a obra con acabado galvanizado tengan el recubrimiento de zinc homogéneo y continuo en toda su superficie, y no se aprecien grietas, exfoliaciones, ni desprendimientos en el mismo.

2.1.4.1.2. Recepción y control

- Documentación de los suministros:
 - Junto con la entrega del acero en perfiles laminados, el suministrador proporcionará una hoja de suministro en la que se recogerá, como mínimo:
 - Identificación del suministrador.
 - Cuando esté vigente el marcado CE, número de la declaración de prestaciones.
 - Número de serie de la hoja de suministro.
 - Nombre de la fábrica.
 - Identificación del peticionario.
 - Fecha de entrega.
 - Cantidad de acero suministrado clasificado por geometría y tipos de acero.
 - Dimensiones de los perfiles o chapas suministrados.
 - Designación de los tipos de aceros suministrados.
 - En su caso, estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido.
 - Identificación del lugar de suministro.
 - Para los productos planos:
 - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos planos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
 - Si en el pedido se solicita inspección y ensayo, se deberá indicar:
 - Tipo de inspección y ensayos (específicos o no específicos).
 - El tipo de documento de la inspección.
 - Para los productos largos:
 - Salvo acuerdo en contrario, el estado de suministro de los productos largos de los tipos S235, S275 y S355 de grado JR queda a elección del fabricante.
- Ensayos:
 - La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.1.4.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

- Si los materiales han estado almacenados durante un largo periodo de tiempo, o de una manera tal que pudieran haber sufrido un deterioro importante, deberán ser comprobados antes de ser utilizados, para asegurarse de que siguen cumpliendo con la norma de producto correspondiente. Los productos de acero resistentes a la corrosión atmosférica pueden

requerir un chorreo ligero antes de su empleo para proporcionarles una base uniforme para la exposición a la intemperie.

- El material deberá almacenarse en condiciones que cumplan las instrucciones de su fabricante, cuando se disponga de éstas.

2.1.4.1.4. Recomendaciones para su uso en obra

- El material no deberá emplearse si se ha superado la vida útil en almacén especificada por su fabricante.

2.2. Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra

Las prescripciones para la ejecución de cada una de las diferentes unidades de obra se organizan en los siguientes apartados:

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Se especifican, en caso de que existan, las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre los diversos componentes que componen la unidad de obra, o entre el soporte y los componentes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Se describe la unidad de obra, detallando de manera pormenorizada los elementos que la componen, con la nomenclatura específica correcta de cada uno de ellos, de acuerdo a los criterios que marca la propia normativa.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se especifican las normas que afectan a la realización de la unidad de obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Indica cómo se ha medido la unidad de obra en la fase de redacción del proyecto, medición que luego será comprobada en obra.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Antes de iniciarse los trabajos de ejecución de cada una de las unidades de obra, el director de la ejecución de la obra habrá recepcionado los materiales y los certificados acreditativos exigibles, en base a lo establecido en la documentación pertinente por el técnico redactor del proyecto. Será preceptiva la aceptación previa por parte del director de la ejecución de la obra de todos los materiales que constituyen la unidad de obra.

Así mismo, se realizarán una serie de comprobaciones previas sobre las condiciones del soporte, las condiciones ambientales del entorno, y la cualificación de la mano de obra, en su caso.

DEL SOPORTE

Se establecen una serie de requisitos previos sobre el estado de las unidades de obra realizadas previamente, que pueden servir de soporte a la nueva unidad de obra.

AMBIENTALES

En determinadas condiciones climáticas (viento, lluvia, humedad, etc.) no podrán iniciarse los trabajos de ejecución de la unidad de obra, deberán interrumpirse o será necesario adoptar una serie de medidas protectoras.

DEL CONTRATISTA

En algunos casos, será necesaria la presentación al director de la ejecución de la obra de una serie de documentos por parte del contratista, que acrediten su cualificación, o la de la empresa por él subcontratada, para realizar cierto tipo de trabajos. Por ejemplo la puesta en obra de sistemas constructivos en posesión de un Documento de Idoneidad Técnica (DIT), deberán ser realizados por la propia empresa propietaria del DIT, o por empresas especializadas y cualificadas, reconocidas por ésta y bajo su control técnico.

PROCESO DE EJECUCIÓN

En este apartado se desarrolla el proceso de ejecución de cada unidad de obra, asegurando en cada momento las condiciones que permitan conseguir el nivel de calidad previsto para cada elemento constructivo en particular.

FASES DE EJECUCIÓN

Se enumeran, por orden de ejecución, las fases de las que consta el proceso de ejecución de la unidad de obra.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

En algunas unidades de obra se hace referencia a las condiciones en las que debe finalizarse una determinada unidad de obra, para que no interfiera negativamente en el proceso de ejecución del resto de unidades.

Una vez terminados los trabajos correspondientes a la ejecución de cada unidad de obra, el contratista retirará los medios auxiliares y procederá a la limpieza del elemento realizado y de las zonas de trabajo, recogiendo los restos de materiales y demás residuos originados por las operaciones realizadas para ejecutar la unidad de obra, siendo todos ellos clasificados, cargados y transportados a centro de reciclaje, vertedero específico o centro de acogida o transferencia.

PRUEBAS DE SERVICIO

En aquellas unidades de obra que sea necesario, se indican las pruebas de servicio a realizar por el propio contratista o empresa instaladora, cuyo coste se encuentra incluido en el propio precio de la unidad de obra.

Aquellas otras pruebas de servicio o ensayos que no están incluidos en el precio de la unidad de obra, y que es obligatoria su realización por medio de laboratorios acreditados se encuentran detalladas y presupuestadas, en el correspondiente capítulo X de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución Material (PEM).

Por ejemplo, esto es lo que ocurre en la unidad de obra ADP010, donde se indica que no está incluido en el precio de la unidad de obra el coste del ensayo de densidad y humedad "in situ".

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

En algunas unidades de obra se establecen las condiciones en que deben protegerse para la correcta conservación y mantenimiento en obra, hasta su recepción final.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Indica cómo se comprobarán en obra las mediciones de Proyecto, una vez superados todos los controles de calidad y obtenida la aceptación final por parte del director de ejecución de la obra.

La medición del número de unidades de obra que ha de abonarse se realizará, en su caso, de acuerdo con las normas que establece este capítulo, tendrá lugar en presencia y con intervención del contratista, entendiéndose que éste renuncia a tal derecho si, avisado oportunamente, no compareciese a tiempo. En tal caso, será válido el resultado que el director de ejecución de la obra consigne.

Todas las unidades de obra se abonarán a los precios establecidos en el Presupuesto. Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo al presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y Prescripciones en cuanto a la Ejecución por Unidad de Obra.

Estas unidades comprenden el suministro, cánones, transporte, manipulación y empleo de los materiales, maquinaria, medios auxiliares, mano de obra necesaria para su ejecución y costes indirectos derivados de estos conceptos, así como cuantas necesidades circunstanciales se requieran para la ejecución de la obra, tales como indemnizaciones por daños a terceros u ocupaciones temporales y costos de obtención de los permisos necesarios, así como de las operaciones necesarias para la reposición de servidumbres y servicios públicos o privados afectados tanto por el proceso de ejecución de las obras como por las instalaciones auxiliares.

Igualmente, aquellos conceptos que se especifican en la definición de cada unidad de obra, las operaciones descritas en el proceso de ejecución, los ensayos y pruebas de servicio y puesta en funcionamiento, inspecciones, permisos, boletines, licencias, tasas o similares.

No será de abono al contratista mayor volumen de cualquier tipo de obra que el definido en los planos o en las modificaciones autorizadas por la dirección facultativa. Tampoco le será abonado, en su caso, el coste de la restitución de la obra a sus dimensiones correctas, ni la obra que hubiese tenido que realizar por orden de la dirección facultativa para subsanar cualquier defecto de ejecución.

TERMINOLOGÍA APLICADA EN EL CRITERIO DE MEDICIÓN.

A continuación, se detalla el significado de algunos de los términos utilizados en los diferentes capítulos de obra.

ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Volumen de tierras en perfil esponjado. La medición se referirá al estado de las tierras una vez extraídas. Para ello, la forma de obtener el volumen de tierras a transportar, será la que resulte de aplicar el porcentaje de esponjamiento medio que proceda, en función de las características del terreno.

Volumen de relleno en perfil compactado. La medición se referirá al estado del relleno una vez finalizado el proceso de compactación.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones excavadas hubieran quedado con mayores dimensiones.

CIMENTACIONES

Superficie teórica ejecutada. Será la superficie que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que la superficie ocupada por el hormigón hubiera quedado con mayores dimensiones.

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de hormigón hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS

Volumen teórico ejecutado. Será el volumen que resulte de considerar las dimensiones de las secciones teóricas especificadas en los planos de Proyecto, independientemente de que las secciones de los elementos estructurales hubieran quedado con mayores dimensiones.

ESTRUCTURAS METÁLICAS

Peso nominal medido. Serán los kg que resulten de aplicar a los elementos estructurales metálicos los pesos nominales que, según dimensiones y tipo de acero, figuren en tablas.

ESTRUCTURAS (FORJADOS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirá la superficie de los forjados de cara exterior a cara exterior de los zunchos que delimitan el perímetro de su superficie, descontando únicamente los huecos o pasos de forjados que tengan una superficie mayor de $X \text{ m}^2$.

En los casos de dos paños formados por forjados diferentes, objeto de precios unitarios distintos, que apoyen o empotren en una jácena o muro de carga común a ambos paños, cada una de las unidades de obra de forjado se medirá desde fuera a cara exterior de los elementos delimitadores al eje de la jácena o muro de carga común.

En los casos de forjados inclinados se tomará en verdadera magnitud la superficie de la cara inferior del forjado, con el mismo criterio anteriormente señalado para la deducción de huecos.

ESTRUCTURAS (MUROS)

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se aplicará el mismo criterio que para fachadas y particiones.

FACHADAS Y PARTICIONES

Deduciendo los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando únicamente aquellos huecos cuya superficie sea mayor de $X \text{ m}^2$, lo que significa que:

Cuando los huecos sean menores de $X \text{ m}^2$ se medirán a cinta corrida como si no hubiera huecos. Al no deducir ningún hueco, en compensación de medir hueco por macizo, no se medirán los trabajos de formación de mochetas en jambas y dinteles.

Cuando los huecos sean mayores de $X \text{ m}^2$, se deducirá la superficie de estos huecos, pero se sumará a la medición la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de las mochetas.

Deduciendo todos los huecos. Se medirán los paramentos verticales de fachadas y particiones descontando la superficie de todos los huecos, pero se incluye la ejecución de todos los trabajos precisos para la resolución del hueco, así como los materiales que forman dinteles, jambas y vierteaguas.

A los efectos anteriores, se entenderá como hueco, cualquier abertura que tenga mochetas y dintel para puerta o ventana. En caso de tratarse de un vacío en la fábrica sin dintel, antepecho ni carpintería, se deducirá siempre el mismo al medir la fábrica, sea cual fuere su superficie.

En el supuesto de cerramientos de fachada donde las hojas, en lugar de apoyar directamente en el forjado, apoyen en una o dos hiladas de regularización que abarquen todo el espesor del cerramiento, al efectuar la medición de las unidades de obra se medirá su altura desde el forjado y, en compensación, no se medirán las hiladas de regularización.

INSTALACIONES

Longitud realmente ejecutada. Medición según desarrollo longitudinal resultante, considerando, en su caso, los tramos ocupados por piezas especiales.

REVESTIMIENTOS (YESOS Y ENFOCADOS DE CEMENTO)

Deduciendo, en los huecos de superficie mayor de $X \text{ m}^2$, el exceso sobre los $X \text{ m}^2$. Los paramentos verticales y horizontales se medirán a cinta corrida, sin descontar huecos de superficie menor a $X \text{ m}^2$. Para huecos de mayor superficie, se descontará únicamente el exceso sobre esta superficie. En ambos casos se considerará incluida la ejecución de mochetas, fondos de dinteles y aristados. Los paramentos que tengan armarios empotrados no serán objeto de descuento, sea cual fuere su dimensión.

2.2.1. Acondicionamiento del terreno

Unidad de obra ADL005: Desbroce y limpieza del terreno.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.

Unidad de obra ADE010: Excavación de zanjas y pozos

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- NTE-ADZ. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas y pozos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: tipo, humedad y compacidad o consistencia del terreno.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por la excavación, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno.

Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por las excavaciones.

DEL CONTRATISTA

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Notificará al director de la ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones.

En caso de realizarse cualquier tipo de entibación del terreno, presentará al director de la ejecución de la obra, para su aprobación, los cálculos justificativos de la solución a adoptar.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El fondo de la excavación quedará nivelado, limpio y ligeramente apisonado.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que sus características geométricas permanecen inamovibles. Mientras se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de las excavaciones se conservarán las entibaciones realizadas, que sólo podrán quitarse, total o parcialmente, previa comprobación del director de la ejecución de la obra, y en la forma y plazos que éste dictamine.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

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.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.

2.2.2. Cimentaciones

Unidad de obra CSZ010: Zapata de cimentación de hormigón armado

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón:

- Código Estructural.

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

- NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo 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.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

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.

Unidad de obra CAV010: Viga de atado entre zapatas

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Código Estructural.

Ejecución: CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

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.

Unidad de obra CAV010b: Viga centradora entre zapatas

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Código Estructural.

Ejecución: CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.

AMBIENTALES

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del director de la ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

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.

2.2.3. Estructuras

Unidad de obra EAS010: Acero en pilares.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.

- Código Estructural.

- NTE-EAS. Estructuras de acero: Soportes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye 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.

Unidad de obra EAT030: Acero en correas metálicas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.

- Código Estructural.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.

Unidad de obra EAV010: Acero en vigas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

La zona de soldadura no se pintará.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.

- Código Estructural.

- NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES

No se realizarán trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, así como la documentación que acredite que los soldadores que intervengan en su ejecución estén certificados por un organismo acreditado.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Unidad de obra EAV010b: Acero en vigas.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

No se pondrá en contacto directo el acero con otros metales ni con yesos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución:

- CTE. DB-SE-A Seguridad estructural: Acero.

- UNE-EN 1090-2. Ejecución de estructuras de acero y aluminio. Parte 2: Requisitos técnicos para la ejecución de estructuras de acero.

- Código Estructural.

- NTE-EAV. Estructuras de acero: Vigas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL CONTRATISTA

Presentará para su aprobación, al director de la ejecución de la obra, el programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura. El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

CRITERIO DE VALORACIÓN ECONÓMICA

El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

2.2.4. Instalaciones

Unidad de obra IOD002: Detector convencional.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOD004: Pulsador de alarma, convencional.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-HS Salubridad.

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que hay espacio suficiente para su instalación.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá de la humedad y del contacto con materiales agresivos.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOB030: Boca de incendio equipada.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierres, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-SI Seguridad en caso de incendio.

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación del armario. Conexión.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La accesibilidad y señalización serán adecuadas.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOB040: Hidrante de columna.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Hidrante de columna seca de 4" DN 100 mm, con toma recta a la red, carrete de 300 mm, una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones. Incluso elementos de fijación.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-SI Seguridad en caso de incendio.

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

La accesibilidad por parte del servicio de bomberos será adecuada.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

Unidad de obra IOX010: Extintor.

MEDIDAS PARA ASEGURAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE LOS DIFERENTES PRODUCTOS, ELEMENTOS Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE COMPONEN LA UNIDAD DE OBRA.

En caso de utilizar en un mismo local extintores de tipos diferentes, se tendrá en cuenta la posible incompatibilidad entre los distintos agentes de los mismos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.

NORMATIVA DE APLICACIÓN

Instalación:

- CTE. DB-SI Seguridad en caso de incendio.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

DEL SOPORTE

Se comprobará que su situación se corresponde con la de Proyecto y que la zona de ubicación está completamente terminada.

DEL CONTRATISTA

Las instalaciones se ejecutarán por empresas instaladoras autorizadas para el ejercicio de la actividad.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN

Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN

El extintor quedará totalmente visible. Llevará incorporado su correspondiente placa identificativa.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Se protegerá frente a golpes.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá el número de unidades realmente colocadas según especificaciones de Proyecto.

2.3. Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

De acuerdo con el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", en la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el presente pliego, por parte del constructor, y a su cargo, independientemente de las ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, que serán realizadas por laboratorio acreditado y cuyo coste se especifica detalladamente en el capítulo de Control de Calidad y Ensayos, del Presupuesto de Ejecución material (PEM) del proyecto.

C CIMENTACIONES

Según el "Real Decreto 314/2006. Código Técnico de la Edificación (CTE)", antes de la puesta en servicio del edificio se debe comprobar que:

- La cimentación se comporta en la forma prevista en el proyecto.
- No se aprecia que se estén superando las cargas admisibles.
- Los asientos se ajustan a lo previsto, si, en casos especiales, así lo exige el proyecto o el director de obra.
- No se han plantado árboles cuyas raíces puedan originar cambios de humedad en el terreno de cimentación, o creado zonas verdes cuyo drenaje no esté previsto en el proyecto, sobre todo en terrenos expansivos.

Así mismo, es recomendable controlar los movimientos del terreno para cualquier tipo de construcción, por parte de la empresa constructora, y obligatorio en el caso de edificios del tipo C-3 (construcciones entre 11 y 20 plantas) y C-4 (conjuntos monumentales o singulares y edificios de más de 20 plantas), mediante el establecimiento por parte de una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, de un sistema de nivelación para controlar el asiento en las zonas más características de la obra, en las siguientes condiciones:

- El punto de referencia debe estar protegido de cualquier eventual perturbación, de forma que pueda considerarse como inmóvil durante todo el periodo de observación.

- El número de pilares a nivelar no será inferior al 10% del total de la edificación. En el caso de que la superestructura se apoye sobre muros, se preverá un punto de observación cada 20 m de longitud, como mínimo. En cualquier caso, el número mínimo de referencias de nivelación será de 4. La precisión de la nivelación será de 0,1 mm.
- La cadencia de lecturas será la adecuada para advertir cualquier anomalía en el comportamiento de la cimentación. Es recomendable efectuarlas al completarse el 50% de la estructura, al final de la misma, y al terminar la tabiquería de cada dos plantas.
- El resultado final de las observaciones se incorporará a la documentación de la obra.

E ESTRUCTURAS

Se comprobará que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones presentan unas posiciones y magnitudes dimensionales cuyas desviaciones respecto al proyecto son conformes con las tolerancias indicadas en el mismo y en la normativa de obligado cumplimiento.

Una vez finalizada la ejecución de cada fase de la estructura, la dirección facultativa velará para que se realicen las comprobaciones y pruebas de carga exigidas en su caso por la reglamentación vigente que le fuera aplicable, además de las que pueda establecer voluntariamente el proyecto o decidir la propia dirección facultativa, determinando en su caso la validez de los resultados obtenidos.

I INSTALACIONES

Las pruebas finales de la instalación se efectuarán, una vez esté el edificio terminado, por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios materiales y humanos necesarios para su realización.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de Ejecución de la Obra, que debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación. Se indicarán marca y modelo y se mostrarán, para cada equipo, los datos de funcionamiento según proyecto y los datos medidos en obra durante la puesta en marcha.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas, por el instalador autorizado o por el director de la instalación, y bajo su responsabilidad.

Serán a cargo de la empresa instaladora todos los gastos ocasionados por la realización de estas pruebas finales, así como los gastos ocasionados por el incumplimiento de las mismas.

2.4. Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición

El correspondiente Estudio de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, contendrá las siguientes prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de la obra:

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Capítulo IV. Presupuesto

Índice de presupuesto

1.	Estado de mediciones	4
1.1.	Acondicionamiento del terreno	4
1.2.	Cimentaciones	10
1.3.	Estructuras.....	15
1.4.	Instalaciones.....	19
2.	Cuadro de precios	21
2.1.	Mano de obra y maquinaria	21
2.2.	Materiales y elementos auxiliares.....	23
2.3.	Precios unitarios	25
2.4.	Precios descompuestos	32
3.	Presupuestos	45
3.1.	Presupuesto de Ejecución de Material PEM.....	45
3.2.	Presupuesto de Ejecución por Contrata PEC.....	45
3.3.	Total.....	46

Índice de tablas de presupuesto

Tabla 1. Mediciones de Acondicionamiento del terreno	9
Tabla 2. Mediciones de Cimentaciones.....	14
Tabla 3. Mediciones de Estructuras	18
Tabla 4. Mediciones de Instalaciones	20
Tabla 5. Cuadro de precios nº1: Mano de obra	21
Tabla 6. Cuadro de precios nº1: Maquinaria	22
Tabla 7. Cuadro de precios nº2: Materiales y elementos auxiliares	24
Tabla 8. Precios unitarios acondicionamiento del terreno	25
Tabla 9. Precios unitarios cimentaciones.....	27
Tabla 10. Precios unitarios estructuras.....	29
Tabla 11. Precios unitarios instalaciones	31
Tabla 12. Precios descompuestos acondicionamiento del terreno	33
Tabla 13. Precios descompuestos cimentaciones.....	37
Tabla 14. Precios descompuestos estructuras.....	40
Tabla 15. Precios descompuestos instalaciones	44
Tabla 16. PEM	45
Tabla 17. PEC.....	45
Tabla 18. Presupuesto total	46

1. Estado de mediciones

1.1. Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud.	Descripción	Descripción cantidad	Unidades	Cantidad	Cantidad total
1.1		Movimiento de tierras en edificación				
1.1.1		Desbroce y limpieza				
1.1.1.1	M2	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	Superficie del terreno	15.309	1,000	15.309
						Total
						15.309
1.1.2		Excavaciones				
1.1.2.1	M3	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla	Volumen de zanjas	3,15	7,000	22,050

PRESUPUESTO

semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	para zapatas				
Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.	V35				
Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones.	de zanjas para zapatas	Volumen	6,498	5,000	32,490
Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras.	N45				
Carga a camión de los materiales excavados.	para zapatas	Volumen	9,68	3,000	29,040
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.	V50 tipo 1				
	de zanjas para zapatas	Volumen	8,82	4,000	35,280
	V50 tipo 2				
	de zanjas para zapatas	Volumen	5,78	6,000	34,680
	V50 tipo 3				
	de zanjas para zapatas	Volumen	#####...	4,000	7,582
	V50 tipo 4				
	de zanjas para zapatas	Volumen	4,73	2,000	9,460
	V50 tipo 5				
	de zanjas para	Volumen	11,638	2,000	23,276

PRESUPUESTO

zapatas

V55 tipo 1

Volumen	12,672	4,000	50,688
---------	--------	-------	--------

de zanjas

para

zapatas

V55 tipo 2

Volumen	17,248	1,000	17,248
---------	--------	-------	--------

de zanjas

para

zapatas

V55 tipo 3

Volumen	16,224	2,000	32,448
---------	--------	-------	--------

de zanjas

para

zapatas

V60

Volumen	10,5875	1,000	10,588
---------	---------	-------	--------

de zanjas

para

zapatas

V65 tipo 1

Volumen	20,384	10,000	203,840
---------	--------	--------	---------

de zanjas

para

zapatas

V65 tipo 2

Volumen	25,2	46,000	1.159,200
---------	------	--------	-----------

de zanjas

para

zapatas

V70 tipo 1

Volumen	#####...	2,000	23,617
---------	----------	-------	--------

de zanjas

para

PRESUPUESTO

zapatas			
V70 tipo 2			
Volumen	30,72	11,000	337,920
de zanjas			
para			
zapatas			
V75 tipo 1			
Volumen	28,83	1,000	28,830
de zanjas			
para			
zapatas			
V75 tipo 2			
Volumen	36,992	6,000	221,952
de zanjas			
para			
zapatas			
V80			
Volumen	#####...	2,000	53,851
de zanjas			
para			
zapatas			
V90 tipo 1			
Volumen	25,65	5,000	128,250
de zanjas			
para			
zapatas			
V90 tipo 2			
Volumen	30,02	2,000	60,040
de zanjas			
para			
zapatas			
V95			
Volumen	1,7084	3,000	5,125
vigas de			
atado C50			
tipo 1			

PRESUPUESTO

Volumen	#####...	3,000	3,685
vigas de atado C50 tipo 2			
Volumen	2,532	2,000	5,064
vigas de atado C50 tipo 3			
Volumen	2,852	4,000	11,408
vigas de atado C50 tipo 4			
Volumen	#####...	6,000	4,416
vigas de atado C40 tipo 1			
Volumen	1,152	10,000	11,520
vigas de atado C40 tipo 2			
Volumen	1,28	50,000	64,000
vigas de atado C40 tipo 3			
Volumen	1,408	6,000	8,448
vigas de atado C40 tipo 4			
Volumen	1,472	2,000	2,944
vigas de atado C40 tipo 5			
Volumen	1,568	27,000	42,336
vigas de atado C40 tipo 6			

PRESUPUESTO

Volumen	1,888	7,000	13,216
vigas de atado C40 tipo 7			
Volumen	2,08	21,000	43,680
vigas de atado C40 tipo 8			
Volumen	2,24	9,000	20,160
vigas de atado C40 tipo 9			
Volumen	#####...	3,000	8,556
vigas de atado C40 tipo 10			
Volumen	1,2284	2,000	2,457
vigas de atado C50 tipo 1			
Volumen	1,6284	1,000	1,628
vigas de atado C50 tipo 2			
Volumen	2,532	1,000	2,532
vigas de atado C50 tipo 3			
			Total
			2.773,505

Tabla 1. Mediciones de Acondicionamiento del terreno

1.2. Cimentaciones

Nº	Ud.	Descripción	Descripción cantidad	Unidades	Cantidad	Cantidad total
2.1		Superficiales				
2.1.1		Zapatas				
2.1.1.1	M3	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m ³ . 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.	Volumen de zanjias para zapatas V35	3,15	7,000	22,050
			Volumen de zanjias para zapatas N45	6,498	5,000	32,490
			Volumen de zanjias para zapatas V50 tipo 1	9,68	3,000	29,040
			Volumen de zanjias para zapatas V50 tipo 2	8,82	4,000	35,280
			Volumen de zanjias para zapatas V50 tipo 3	5,78	6,000	34,680
			Volumen de zanjias para zapatas V50 tipo 4	#####...	4,000	7,582
			Volumen de zanjias para zapatas V50 tipo 5	4,73	2,000	9,460
			Volumen de zanjias para	11,638	2,000	23,276

PRESUPUESTO

zapatas V55

tipo 1

Volumen de	12,672	4,000	50,688
------------	--------	-------	--------

zanjas para

zapatas V55

tipo 2

Volumen de	17,248	1,000	17,248
------------	--------	-------	--------

zanjas para

zapatas V55

tipo 3

Volumen de	16,224	2,000	32,448
------------	--------	-------	--------

zanjas para

zapatas

V60

Volumen de	10,5875	1,000	10,588
------------	---------	-------	--------

zanjas para

zapatas V65

tipo 1

Volumen de	20,384	10,000	203,840
------------	--------	--------	---------

zanjas para

zapatas V65

tipo 2

Volumen de	25,2	46,000	1.159,200
------------	------	--------	-----------

zanjas para

zapatas V70

tipo 1

Volumen de	#####...	2,000	23,617
------------	----------	-------	--------

zanjas para

zapatas V70

tipo 2

Volumen de	30,72	11,000	337,920
------------	-------	--------	---------

zanjas para

zapatas V75

tipo 1

Volumen de	28,83	1,000	28,830
------------	-------	-------	--------

zanjas para

PRESUPUESTO

			zapatas V75			
			tipo 2			
		Volumen de	36,992	6,000	221,952	
			zanjas para			
			zapatas			
			V80			
		Volumen de	#####...	2,000	53,851	
			zanjas para			
			zapatas V90			
			tipo 1			
		Volumen de	25,65	5,000	128,250	
			zanjas para			
			zapatas V90			
			tipo 2			
		Volumen de	30,02	2,000	60,040	
			zanjas para			
			zapatas			
			V95			
						Total
						2.522,330
2.2		Arrostramientos				
2.2.1		Vigas entre zapatas				
2.2.1.1	M3	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	Viga de	#####...	5,000	3,680
			atado C40			
			tipo 1			
			Viga de	1,088	12,000	13,056
			atado C40			
			tipo 2			
			Viga de	1,216	11,000	13,376
			atado C40			
			tipo 3			
			Viga de	1,28	33,000	42,240
			atado C40			
			tipo 4			

PRESUPUESTO

tierras. Carga a camión de los materiales excavados.	Viga de 1,328 atado C40	7,000	9,296
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.	tipo 5		
	Viga de 1,392 atado C40	12,000	16,704
	tipo 6		
	Viga de 1,44 atado C40	10,000	14,400
	tipo 7		
	Viga de 1,52 atado C40	13,000	19,760
	tipo 8		
	Viga de 1,696 atado C40	2,000	3,392
	tipo 9		
	Viga de 1,824 atado C40	4,000	7,296
	tipo 10		
	Viga de 1,888 atado C40	2,000	3,776
	tipo 11		
	Viga de 1,952 atado C40	12,000	23,424
	tipo 12		
	Viga de 2,112 atado C40	14,000	29,568
	tipo 13		
	Viga de 2,24 atado C40	4,000	8,960
	tipo 14		
Total			
			208,928

PRESUPUESTO

2.2.1.2	M3	Viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores.	Viga centradora tipo 1	1,2284	3,000	3,685
		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.	Viga centradora tipo 2	1,6284	2,000	3,257
		Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.	Viga centradora tipo 3	2,532	2,000	5,064
		Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.	Viga centradora tipo 4	2,852	4,000	11,408
Total						23,414

Tabla 2. Mediciones de Cimentaciones

1.3. Estructuras

Nº	Ud.	Descripción	Descripción cantidad	Unidades	Cantidad	Cantidad total
3.1		Acero				
3.1.1		Pilares				
3.1.1.1	KG	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. 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. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones 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.	Cantidad de acero de vigas HEA	77.285,450	1,000	77.285,450
						Total
						77.285,450
3.1.2		Estructura para cubiertas				

PRESUPUESTO

3.1.2.1	KG	<p>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 soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, 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.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	Cantidad de	44.054,560	1,000	44.054,560
					Total	
					44.054,560	
3.1.3	Vigas					

PRESUPUESTO

3.1.2.1	KG	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	Cantidad de acero de perfil IPE	115.444,430	1,000	115.444,430
		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.	Cantidad de acero de perfil HEB	24.165,870	1,000	24.165,870
		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.				
Total						139.609,870
3.1.2.2	KG	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m. Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales,	Cantidad de acero de vigas de perfil redondo	4.897,910	1,000	4.897,910

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 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.

Total

4.897,910

Tabla 3. Mediciones de Estructuras

1.4. Instalaciones

Nº	Ud.	Descripción	Unidades
4.1		Contra incendios	
4.1.1		Detección y alarma	
4.1.1.1	Ud	<p>Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	12,000
4.1.1.2	Ud	<p>Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	22,000
4.1.2		Sistema de abastecimiento de agua	
4.1.2.1	Ud	<p>Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación del armario. Conexionado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p>	13,000

		Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
4.1.2.2	Ud	Hidrante de columna seca de 4" DN 100 mm, con toma recta a la red, carrete de 300 mm, una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento. 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.	1,000
4.1.3		Extintores	
4.1.3.1	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor. 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 colocadas según especificaciones de Proyecto.	46,000

Tabla 4. Mediciones de Instalaciones

2. Cuadro de precios

2.1. Mano de obra y maquinaria

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial 1ª instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	23,050	17,000h	391,85
2	Oficial 1ª fontanero.	23,050	15,365h	354,16
3	Oficial 1ª ferrallista.	23,370	237,203h	5.543,43
4	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	23,370	136,639h	3.193,25
5	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	23,370	5.504,534h	128.640,96
6	Ayudante ferrallista.	23,080	335,574h	7.745,05
7	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	23,080	791,453h	18.266,74
8	Ayudante montador de estructura metálica.	23,080	3.552,940h	82.001,86
9	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad.	22,120	17,000h	376,04
10	Ayudante fontanero.	22,120	15,365h	339,87
11	Peón ordinario construcción.	21,580	787,212h	16.988,03
Total				263.841,24

Tabla 5. Cuadro de precios nº1: Mano de obra

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	50,970	1.056,705 h	53.860,25
2	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	42,250	321,489 h	13.582,91
3	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	7,840	1.497,855 h	11.743,18
4	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,250	3.532,650 h	11.481,11
Total				

PRESUPUESTO

90.667,45

Tabla 6. Cuadro de precios nº1: Maquinaria

2.2. Materiales y elementos auxiliares

Nº	Descripción	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,480	140.057,020kg	207.284,39
2	Separador homologado para cimentaciones.	0,140	22.502,060Ud	3.150,29
3	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,780	216.895,320kg	386.073,67
4	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones atornilladas en obra.	2,110	4.897,910kg	10.334,59
5	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	1,820	44.054,560kg	80.179,30
6	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,410	615,990kg	868,55
7	Hormigón HA-30/F/20/XC2, fabricado en central.	90,630	3.018,522m ³	273.568,65
8	Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera	315,480	13,000Ud	4.101,24

PRESUPUESTO

	semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar; para instalar en superficie. Coeficiente de descarga K de 42 (métrico). Incluso accesorios y elementos de fijación. Certificada por AENOR según UNE-EN 671-1.			
9	Hidrante de columna seca de 4" DN 100 mm, con toma recta a la red, carrete de 300 mm, una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones. Incluso elementos de fijación. Certificada por AENOR según UNE-EN 14384.	764,190	1,000Ud	764,19
10	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, con accesorios de montaje, según UNE-EN 3.	35,970	46,000Ud	1.654,62
11	Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal, según UNE-EN 54-7. Incluso elementos de fijación.	20,020	22,000Ud	440,44
12	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, según UNE-EN 54-11. Incluso elementos de fijación.	10,840	12,000Ud	130,08
				Total
				968.550,01

Tabla 7. Cuadro de precios nº2: Materiales y elementos auxiliares

2.3. Precios unitarios

Nº Orden	Código	Descripción de las unidades de la obra	Precio unitario (€/Ud)	Medición (Ud)	Subtotal (€)
1	A	Acondicionamiento del terreno			
1.1	AD	Movimiento de tierras en edificación			
1.1.1	ADL	Desbroce y limpieza			
1.1.1.1	ADL005	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión..	1,11	15.309,000	16.992,99
1.1.2	ADE	Excavaciones			
1.1.1.1	ADE010	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.	25,8	2.773,505	71.556,43
Total					
					88.549,42

Tabla 8. Precios unitarios acondicionamiento del terreno

PRESUPUESTO

Nº Orden	Código	Descripción de las unidades de la obra	Precio unitario (€/Ud)	Medición (Ud)	Subtotal (€)
2	C	Cimentaciones			
2.1	CS	Superficiales			
2.1.1	CSZ	Zapatas			
2.1.1.1	CSZ010	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>	196,84	2.522,330	496.495,4 4
2.2	CA	Arriostramientos			
2.2.1	CAV	Vigas entre zapatas			
2.2.1.1	CAV010	<p>Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.</p> <p>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.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p>	212,65	208,928	44.428,54
2.2.1.2	CAV010b	<p>Viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.</p> <p>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.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p>	212,65	23,414	4.978,99

PRESUPUESTO

	Total
	545.902,9
	7

Tabla 9. Precios unitarios cimentaciones

PRESUPUESTO

Nº Orden	Código	Descripción de las unidades de la obra	Precio unitario (€/Ud)	Medición (Ud)	Subtotal (€)
3	E	Estructuras			
3.1	EA	Acero			
3.1.1	EAS	Pilares			
3.1.1.1	EAS010	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.</p> <p>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.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p>	2,7	77.285,450	208.670,7 2
3.1.2	EAT	Estructuras para cubiertas			
3.1.2.1	EAT030	<p>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 soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, 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.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p>	3,54	44.054,560	115.953,1 4
3.1.3		Vigas			
3.1.3.1	EAV010	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la viga. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p>	2,64	139.609,870	368.570,0 6
3.1.3.2	EAV010 b	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación</p>	2,77	4.897,910	13.567,21

PRESUPUESTO

antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.

Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, 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 atornilladas.

Total

746.761,1

3

Tabla 10. Precios unitarios estructuras

PRESUPUESTO

Nº Orden	Código	Descripción de las unidades de la obra	Precio unitario (€/Ud)	Medición (Ud)	Subtotal (€)
4	I	Instalaciones			
4.1	IO	Contra incendios			
4.1.1	IOD	Detección y alarma			
4.1.1.1	IOD004	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	35,12	12,000	421,44
4.1.1.2	IOD002	Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	44,76	22,00	984,72
4.1.2	IOB	Sistemas de abastecimiento de agua			
4.1.2.1	IOB030	Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.	384,74	13,000	5.001,62
4.1.2.2	IOB040	Hidrante de columna seca de 4" DN 100 mm, con toma recta a la red, carrete de 300 mm, una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones. Incluso elementos de fijación. Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	839,21	1,000	839,21
4.1.3	IOX	Extintores			
4.1.3.1	IOX010	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.	40,08	46	1.843,68
Total					

PRESUPUESTO

9.090,67

Tabla 11. Precios unitarios instalaciones

2.4. Precios descompuestos

Nº Orden	Código	Ud	Descripción de las unidades de la obra	Rendimiento	Precio (€)	Importe (€)
1	A		Acondicionamiento del terreno			
1.1	AD		Movimiento de tierras en edificación			
1.1.1	ADL		Desbroce y limpieza			
1.1.1.1	ADL005		Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.			
	mq01pan010a	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m3	0,021	42,25	0,89
					0	
	Mo113	h	Peón ordinario construcción	0.008	21,58	0,17
					0	
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	1,060	0,02
	3,000	%	Costes indirectos		1,080	0,03
			Clase: Mano de obra			0,170
			Clase: Maquinaria			0,890
			Clase: Medios auxiliares			0,020
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,030
						Total
						1,11
1.1.2	ADE		Excavaciones			
1.1.2.1	ADE010	M3	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,			

PRESUPUESTO

con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.					
mt07aco020b	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos de 115 kW	0,381	50,970	19,42
mt07aco010c	h	Peón ordinario de construcción	0,238	21,580	5,14
%	%	Costes directos complementarios	2,000	24,560	0,49
3,000	%	Costes indirectos		25,050	0,75
Clase: Mano de obra					5,1409
Clase: Materiales					19,420
Clase: Medios auxiliares					0.490
Clase: 3 % Costes indirectos					0.750
Total					
					25,80

Tabla 12. Precios descompuestos acondicionamiento del terreno

PRESUPUESTO

Nº Orde n	Códi go	Ud	Descripción de las unidades de la obra	Rendimiento	Precio (€)	Importe (€)
2	C		Cimentaciones			
2.1	CS		Superficiales			
2.1.1	CSZ		Zapatas			
2.1.1.1	CSZ0		Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.			
1	10		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.			
	mt07ac o020a	U d	Separador homologado para cimentaciones.	8,000	0,1 40	1,12
	mt07ac o010c	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras cor...	50,000	1,4 80	74,00
	mt08va r050	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,200	1,4 10	0,28
	mt10ha f010	M 3	Hormigón HA-30/F/20/XC2, fabricado en central.	1,100	90,6 30	99,69
	Mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,077	23,3 70	1,80
	Mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,116	23,0 80	2,68
	Mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hor...	0,048	23,3 70	1,12
	Mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hor...	0,289	23,0 80	6,67
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	187,3 60	3,75
	3,000	%	Costes indirectos		191,1 10	5,73
			Clase: Mano de obra			12,2 70
			Clase: Materiales			175,0 90

PRESUPUESTO

Clase: Medios auxiliares						3,750
Clase: 3 % Costes indirectos						5,730
Total						196,84
2.2	CA	Arriostramientos				
2.2.1	CAV	Vigas entre zapatas				
2.2.1.1	CAV	M3	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . 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.	212,65	208,928	44,428
1	010					,54
	mt07ac	U	Separador homologado para cimentaciones.	10,000	0,1	1,40
	o020a	d			40	
	mt07ac	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras cor...	60,000	1,4	88,80
	o010c				80	
	mt08va	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,480	1,4	0,68
	r050				10	
	mt10ha	M	Hormigón HA-30/F/20/XC2, fabricado en central.	1,050	90,6	95,16
	f010	3			30	
	Mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,185	23,3	4,32
					70	
	Mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,185	23,0	4,27
					80	
	Mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hor...	0,067	23,3	1,57
					70	
	Mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hor...	0,269	23,0	6,21
					80	
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	202,4	4,05
					10	
	3,000	%	Costes indirectos		191,1	6,19
					10	
Clase: Mano de obra						16,3
						70
Clase: Materiales						186,0
						40
Clase: Medios auxiliares						4,050

PRESUPUESTO

					Clase: 3 % Costes indirectos	6,190
					Total	
					212,65	
2.2.1.	CAV	M3	Viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores.			
2	010b		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.			
	mt07ac	U	Separador homologado para cimentaciones.	10,000	0,1	1,40
	o020a	d			40	
	mt07ac	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras cor...	60,000	1,4	88,80
	o010c				80	
	mt08va	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0,480	1,4	0,68
	r050				10	
	mt10ha	M	Hormigón HA-30/F/20/XC2, fabricado en central.	1,050	90,6	95,16
	f010	3			30	
	Mo043	h	Oficial 1ª ferrallista.	0,185	23,3	4,32
					70	
	Mo090	h	Ayudante ferrallista.	0,185	23,0	4,27
					80	
	Mo045	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hor...	0,067	23,3	1,57
					70	
	Mo092	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hor...	0,269	23,0	6,21
					80	
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	202,4	4,05
					10	
	3,000	%	Costes indirectos		191,1	6,19
					10	
					Clase: Mano de obra	
					16,3	
					70	
					Clase: Materiales	
					186,0	
					40	
					Clase: Medios auxiliares	
					4,050	
					Clase: 3 % Costes indirectos	
					6,190	
					Total	

PRESUPUESTO

212,65

Tabla 13. Precios descompuestos cimentaciones

PRESUPUESTO

Nº Orde n	Códi go	Ud	Descripción de las unidades de la obra	Ren dimi ento	Precio (€)	Impor te (€)
3	E		Estructuras			
3.1	EA		Acero			
3.1.1	EAS		Pilares			
3.1.1.1	EAS010	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. 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. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.			
	mt07al a010	kg	Acero laminado UNE-EN10025S275JR en perfiles laminados	1,000	1,780	1,78
	Mq08s ol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	0,015	3,250	0,05
	Mo047	h	Oficial 1º montador de estructura metálica	0,016	23,370	0,37
	Mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica	0,016	23,080	0,37
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	2,570	0,05
	3,000	%	Costes indirectos		2,620	0,08
			Clase: Mano de obra			0,740
			Clase: Maquinaria			0,050
			Clase: Materiales			1,780
			Clase: Medios auxiliares			0,050
			Clase: 3 % Costes indirectos			0,080
						Total
						2,70
3.1.2	EAT		Estructuras para cubiertas			
3.1.2.1	EAT030	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 soldadas en obra.			

PRESUPUESTO

<p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, 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.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p>					
mt07ali	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada	1,000	1,820	1,82
010a					
Mq08s	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno	0,034	7,840	0,27
o1020					
Mo047	h	Oficial 1º montador de estructura metálica	0,035	23,37	0,82
				0	
Mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica	0,020	23,08	0,46
				0	
%	%	Costes directos complementarios	2,000	3,370	0,07
3,000	%	Costes indirectos		3,440	0,10
				Clase: Mano de obra	1,280
				Clase: Maquinaria	0,270
				Clase: Materiales	1,820
				Clase: Medios auxiliares	0,070
				Clase: 3 % Costes indirectos	0,100
				Total	
					3,54
3.1.3		Vigas			
3.1.3.1	EAV	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.		
	010		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.		
mt07al	kg	Acero laminado UNE-EN 10023 S275JR en perfiles laminados	1,000	1,780	1,78
a010a					
Mq08s	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	0,017	3,250	0,06
o1020					

PRESUPUESTO

Mo047	h	Oficial 1º montador de estructura metálica	0,019	23,37	0,44
				0	
Mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica	0,010	23,08	0,23
				0	
%	%	Costes directos complementarios	2,000	2,510	0,05
3,000	%	Costes indirectos		2,560	0,08
		Clase: Mano de obra			0,67
		Clase: Maquinaria			0,06
		Clase: Materiales			1,78
		Clase: Medios auxiliares			0,05
		Clase: 3 % Costes indirectos			0,08
					Total
					2,64
3.1.3.	EAV	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 3 m.		
2	010b		Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, 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 atornilladas.		
mt07al	kg	Acero laminado UNE-EN 10023 S275JR en perfiles laminados	1,000	2,110	2,11
a010a					
Mo047	h	Oficial 1º montador de estructura metálica	0,015	23,37	0,35
				0	
Mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica	0,008	23,08	0,18
				0	
%	%	Costes directos complementarios	2,000	2,640	0,05
3,000	%	Costes indirectos		2,690	0,08
		Clase: Mano de obra			0,530
		Clase: Materiales			2,110
		Clase: Medios auxiliares			0,05
		Clase: 3 % Costes indirectos			0,080
					Total
					2,77

Tabla 14. Precios descompuestos estructuras

PRESUPUESTO

Nº Orden	Código	Ud	Descripción de las unidades de la obra	Ren dimi ento	Precio (€)	Importe (€)
4	I		Instalaciones			
4.1	IO		Contra incendios			
4.1.1	IOD		Detección y alarma			
4.1.1.1	IOD0	Ud	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.			
1	04		Incluye: Replanteo. Fijación al paramento. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.			
	Mt41pi g110	U d	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS	1,000	10,84 0	10,84
	Mo006	h	Oficial 1º instalador de redes y equipos de detección y seguridad	0,500	23,05 0	11,53
	Mo105	h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad	0,500	22,12 0	11,06
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	33,43 0	0,67
	3,000	%	Costes indirectos		34,10 0	1,02
Clase: Mano de obra						22,590
Clase: Materiales						10,840
Clase: Medios auxiliares						0,670
Clase: 3 % Costes indirectos						1,020
Total						35,12
4.1.1.2	IOD0		Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación.			
2	02		Incluye: Replanteo. Fijación de la base. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.			
	Mt41pi g1070	U d	Detector óptico de humos convencional, de BS color blanco	1,000	22,02 0	20,02
	Mo006	h	Oficial 1º instalador de redes y equipos de detección y seguridad	0,500	23,05 0	11,53

PRESUPUESTO

Mo105	h	Ayudante instalador de redes y equipos de detección y seguridad	0,500	22,12	11,06
				0	
%	%	Costes directos complementarios	2,000	42,61	0,85
				0	
3,000	%	Costes indirectos		43,46	1,3
				0	
Clase: Mano de obra				22,590	
Clase: Materiales				20,020	
Clase: Medios auxiliares				0,850	
Clase: 3 % Costes indirectos				1,300	
Total					
				44,76	
4.1.2	IOB	Sistemas de abastecimiento de agua			
4.1.2.1	IOB0	Ud	Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierre, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.		
1	30				
Mt41b	U	Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm	1,000	315,4	315,48
ae010	d			80	
Mo008	h	Oficial 1º fontanero	1,123	23,05	25,89
				0	
Mo107	h	Ayudante fontanero	1,1234	22,12	24,84
				0	
%	%	Costes directos complementarios	2,000	366,2	7,32
				10	
3,000	%	Costes indirectos		373,5	11,21
				30	
Clase: Mano de obra				50,730	
Clase: Materiales				315,480	
Clase: Medios auxiliares				7,320	
Clase: 3 % Costes indirectos				11,210	
Total					
				384,74	

PRESUPUESTO

4.1.2.	IOB0	Ud	Hidrante de columna seca de 4" DN 100 mm, con toma recta a la red, carrete de 300 mm, una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones. Incluso elementos de fijación.			
2	40		Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.			
	Mt41hi	U	Hidratante de columna seca de 4º DN 100 mm con toma	1,000	764,1	764,190
	d110	d	rectangular		90	
	Mo008	h	Oficial 1º fontanero	1,123	23,05	17,66
					0	
	Mo107	h	Ayudante fontanero	1,1234	22,12	16,94
					0	
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	798,7	15,98
					90	
	3,000	%	Costes indirectos		814,7	24,44
					7	
			Clase: Mano de obra			34,600
			Clase: Materiales			764,190
			Clase: Medios auxiliares			15,980
			Clase: 3 % Costes indirectos			24,440
			Total			839,21
4.1.3	IOX		Extintores			
4.1.3.	IOX0	Ud	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.			
1	10		Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.			
	Mt41ixi	U	Hidratante de columna seca de 4º DN 100 mm con toma	1,000	35,97	35,97
	010a	d	rectangular		0	
	Mo113	h	Peón ordinario contrucción	0,101	21,58	2,18
					0	
	%	%	Costes directos complementarios	2,000	38,15	0,76
					0	
	3,000	%	Costes indirectos		38,91	1,17
					0	
			Clase: Mano de obra			2,180
			Clase: Materiales			35,970
			Clase: Medios auxiliares			0,760
			Clase: 3 % Costes indirectos			1,170

PRESUPUESTO

	Total
	40,08

Tabla 15. Precios descompuestos instalaciones

3. Presupuestos

3.1. Presupuesto de Ejecución de Material PEM

Nº Orden	Código	Descripción de los capítulos	Importe
1	A	Acondicionamiento del terreno	88.549,42
1.1	AD	Movimiento de tierras en edificación	88.549,42
1.1.1	ADL	Desbroce y limpieza	16.992,99
1.1.2	ADE	Excavaciones	71.556,43
2	C	Cimentaciones	545.902,97
2.1	CS	Superficiales	496.495,44
2.1.1	CSZ	Zapatas	496.495,44
2.2	CA	Arriostramientos	49.407,53
2.2.1	CAV	Vigas entre zapatas	49.407,53
3	E	Estructuras	746.761,13
3.1	EA	Acero	746.761,13
3.1.1	EAS	Pilares	208.670,72
3.1.2	EAT	Estructuras para cubiertas	155.953,14
3.1.3	EAV	Vigas	382.137,27
4	I	Instalaciones	9.090,67
4.1	IO	Contra incendios	9.090,67
4.1.1	IOD	Detección y alarma	1.406,16
4.1.2	IOB	Sistemas de abastecimiento de agua	5.840,83
4.1.3	IOX	Extintores	1.843,68
TOTAL			1.382.634,57

Tabla 16. PEM

3.2. Presupuesto de Ejecución por Contrata PEC

Presupuesto de Ejecución de Material PEM	1.382.634,57 €
15% Gastos generales y cargas fiscales ¹	207.395,19 €
6% Beneficio Industrial ¹	82.958,07 €
Presupuesto de Ejecución por Contrata PEC	1.672.987,83 €

Tabla 17. PEC

¹ Artículo 131 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

3.3. Total

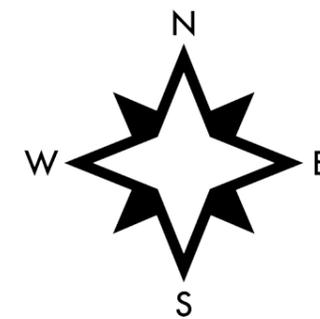
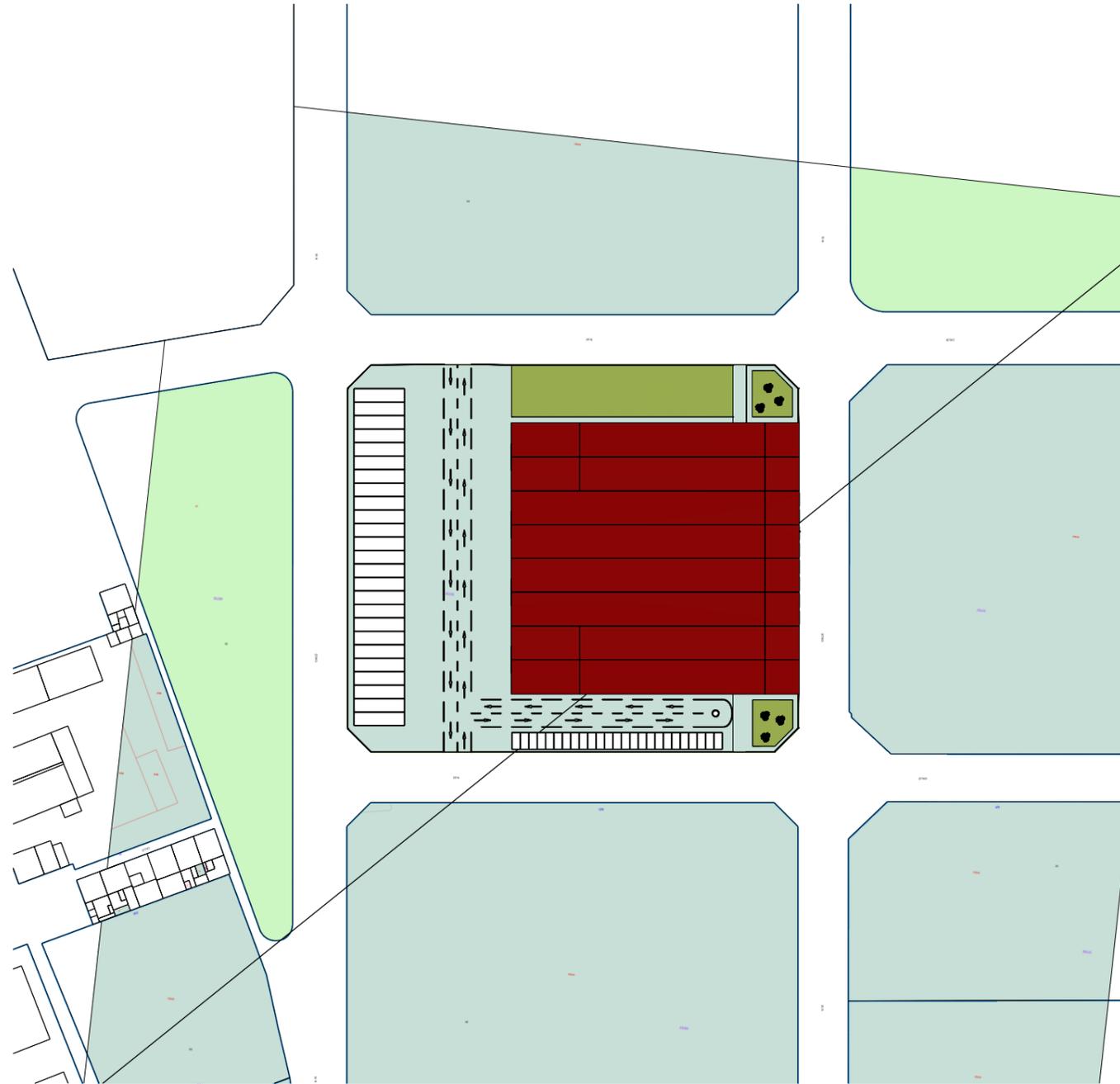
PEC	1.672.987,83 €
21% IVA	351.327,44 €
PREPUESTO TOTAL	2.024.315,27 €

Tabla 18. Presupuesto total

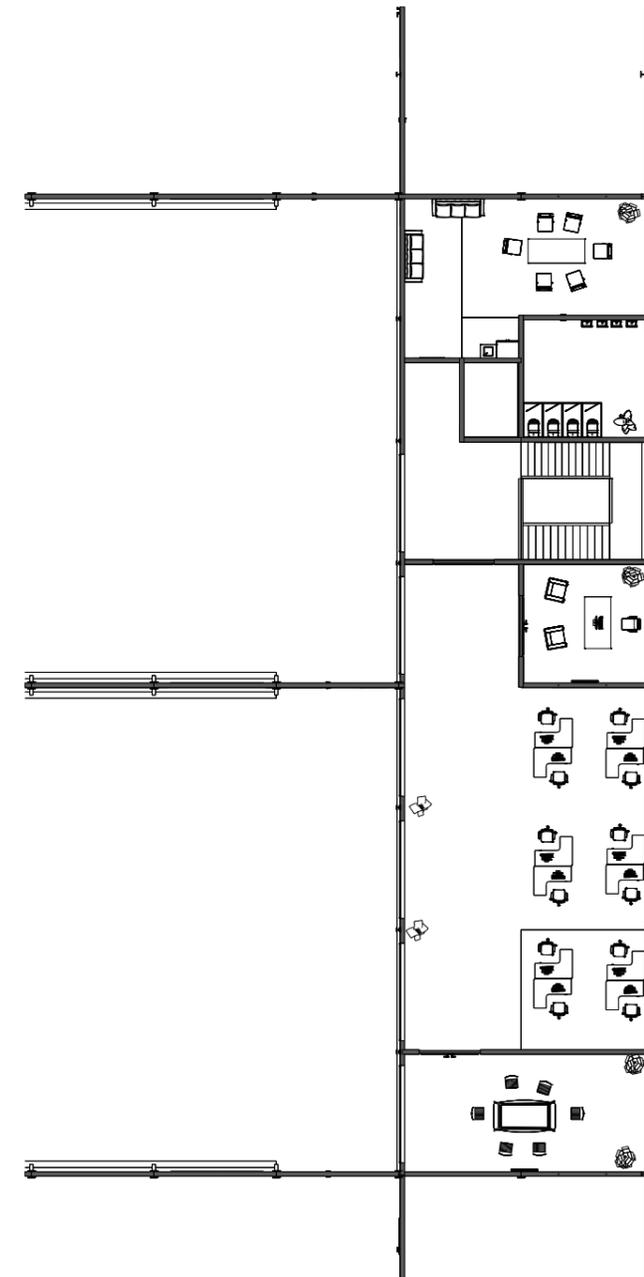
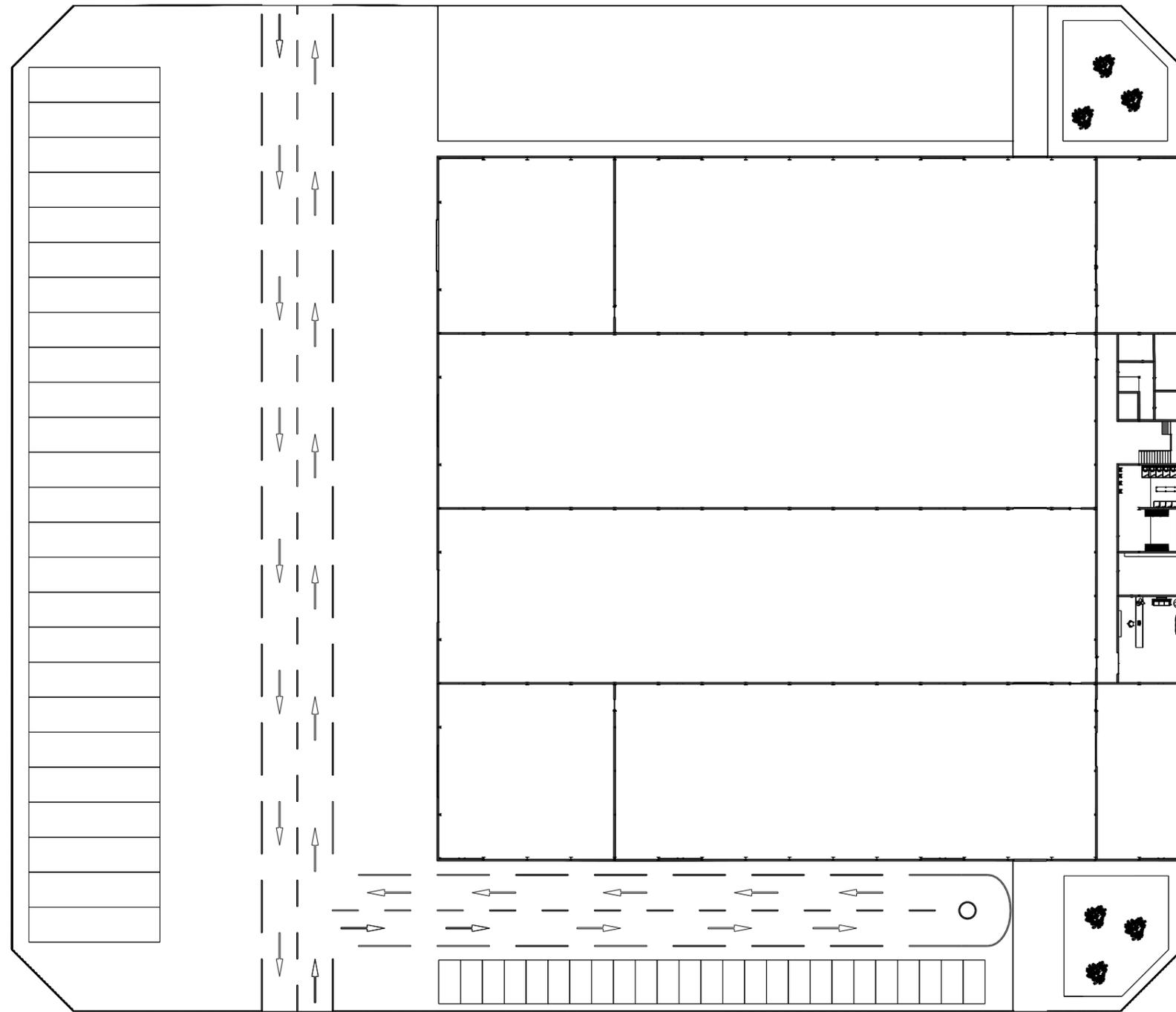
Capítulo V. Planos

Índice de planos

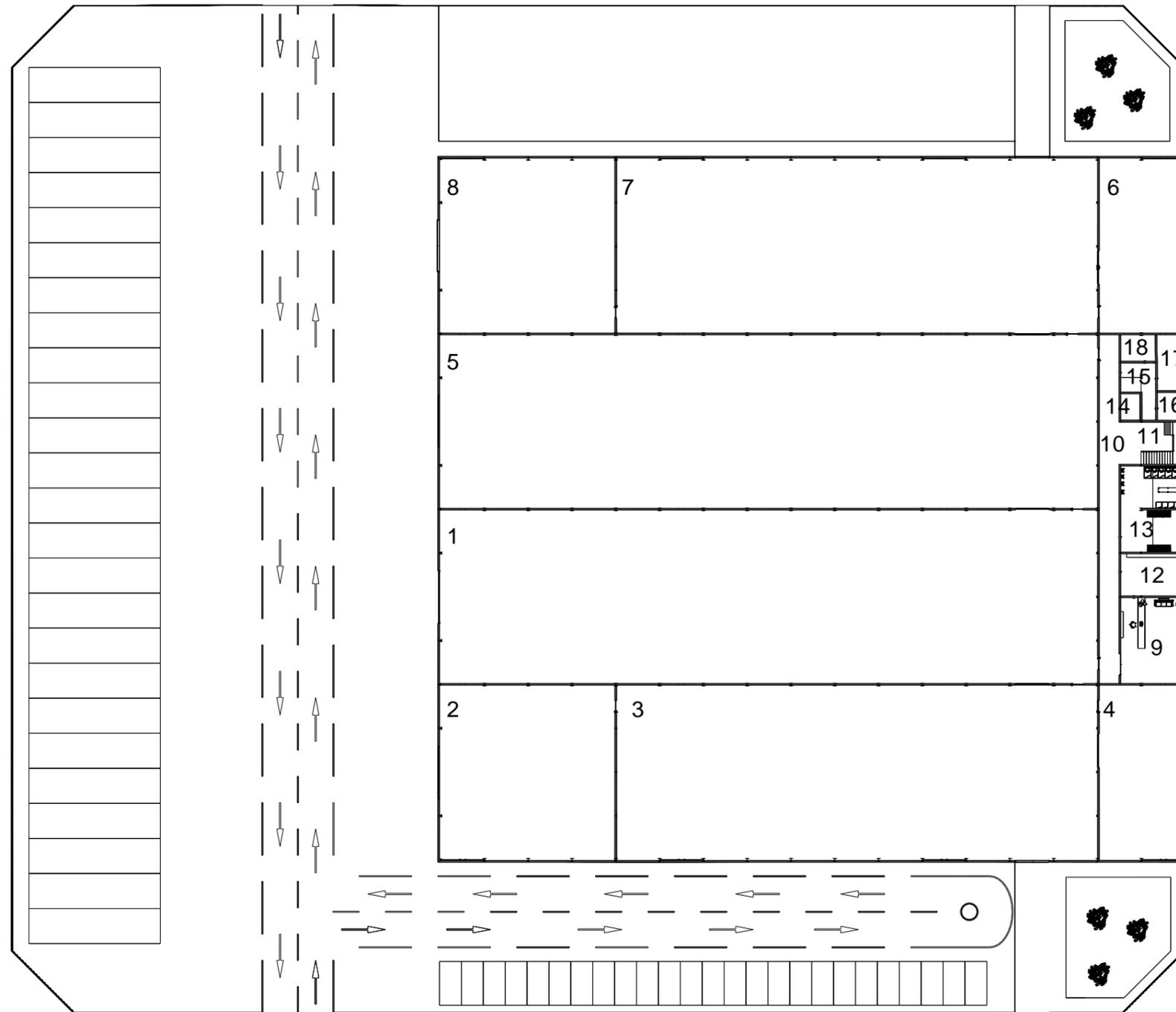
Plano 1.	Situación y emplazamiento
Plano 2.	Plano de distribución general
Plano 3.	Plano de distribución general P0
Plano 4.	Plano de distribución general P1
Plano 5.	Alzado y perfil
Plano 6.	Detallado de la arquitectura
Plano 7.	Vista 3D del edificio
Plano 8.	Alzado y perfil de la estructura
Plano 9.	Planta de la estructura
Plano 10.	Cimentación 01
Plano 11.	Cimentación 02
Plano 12.	Cimentación 03
Plano 13.	Cimentación 04
Plano 14.	Cimentación 05
Plano 15.	Cimentación 06
Plano 16.	Cimentación 07
Plano 17.	Cimentación 08
Plano 18.	Cimentación 09
Plano 19.	Cimentación 10
Plano 20.	Cimentación 11
Plano 21.	Cimentación 12
Plano 22.	Pórticos
Plano 23.	Pandeo
Plano 24.	Estructura completa
Plano 25.	RSCIEI
Plano 26.	CTE
Plano 27.	Puente grúa
Plano 28.	Unión tipo 01
Plano 29.	Unión tipo 02
Plano 30.	Unión tipo 03
Plano 31.	Unión tipo 04
Plano 32.	Unión tipo 05
Plano 33.	Unión tipo 06
Plano 34.	Unión tipo 07
Plano 35.	Unión tipo 08
Plano 36.	Unión tipo 09
Plano 37.	Unión tipo 10
Plano 38.	Unión tipo 11
Plano 39.	Unión tipo 12
Plano 40.	Unión tipo 13
Plano 41.	Unión tipo 14
Plano 42.	Unión tipo 15



Título del plano: Situación y emplazamiento		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 01	Escala: 1/1000	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

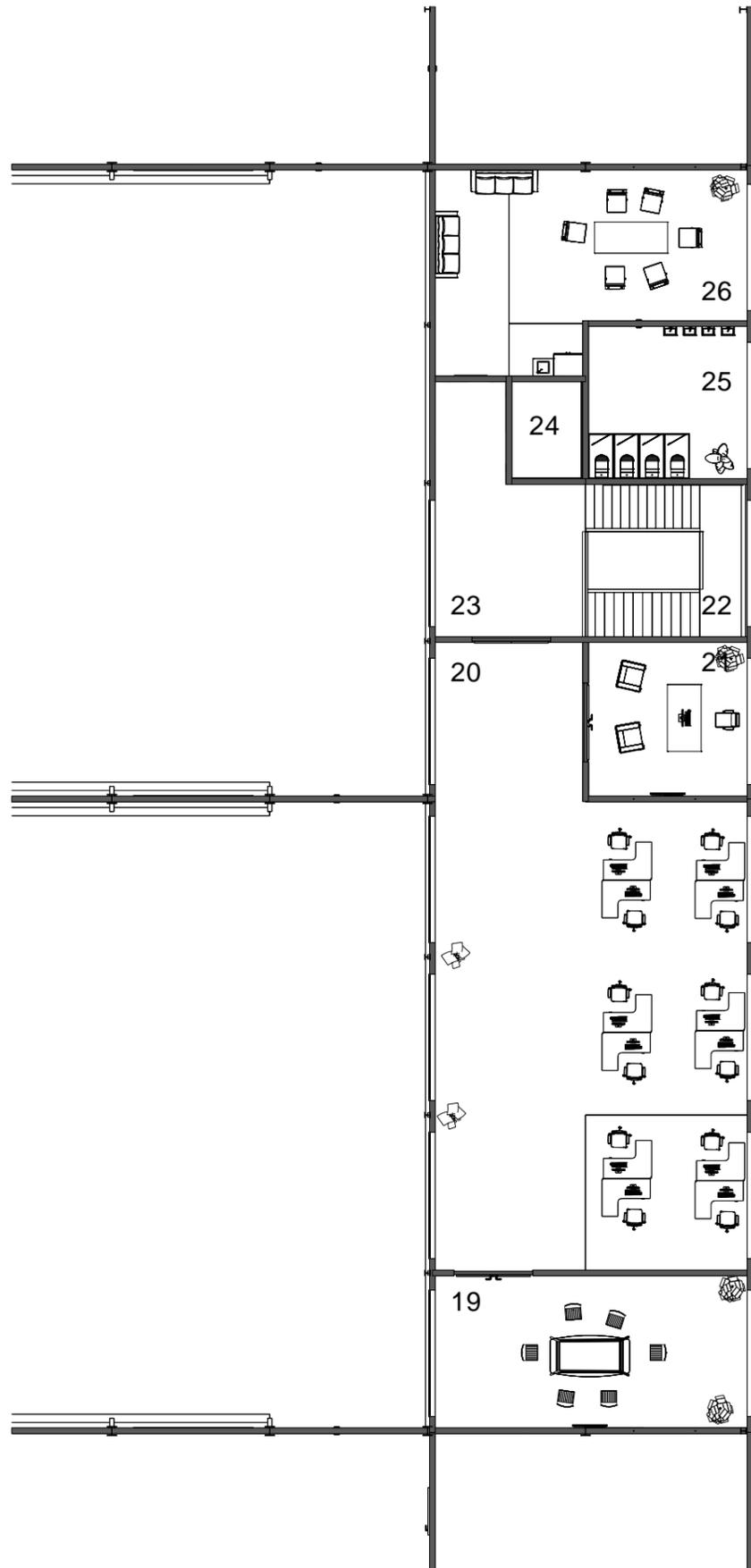


Título del plano: Plano de distribución general		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 02	Escala: 1/600	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



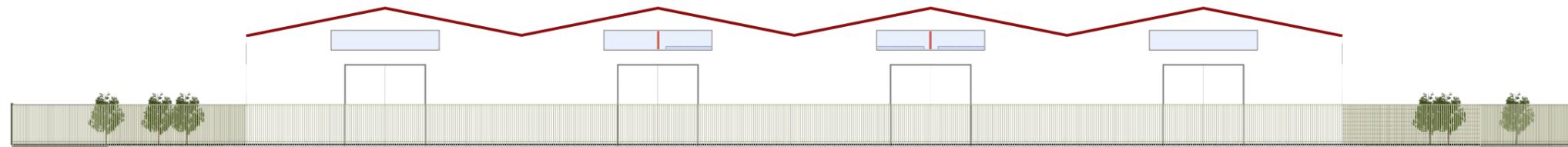
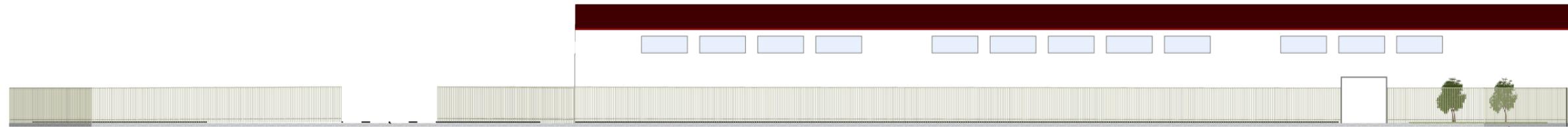
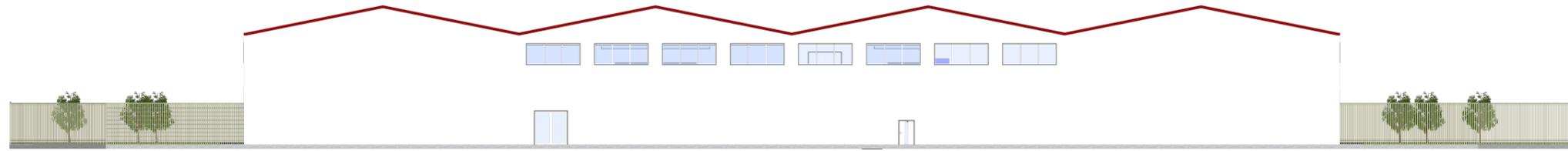
Nº	Espacio	Superficie
1	Nave Pincipal A	1503.00 m ²
2	Pintura	400.61 m ²
3	Nave Secundaria A	1097.43 m ²
4	Almacen A	197.55 m ²
5	Nave Pincipal B	1489.72 m ²
6	Almacen B	197.51 m ²
7	Nave Secundaria B	1099.68 m ²
8	Reparación	400.60 m ²
9	Entrada	73.12 m ²
10	Pasillo distribuidor	105.07 m ²
11	Escaleras planta baja	24.65 m ²
12	Administración	35.91 m ²
13	Vestuario	74.42 m ²
14	Ascensor planta baja	6.86 m ²
15	Pasillo instalaciones	18.35 m ²
16	Instalación eléctrica	10.44 m ²
17	Instalación suministro de agua	21.01 m ²
18	Instalación incendios	12.02 m ²
		Superficie total: 6767.95 m ²

Titulo del plano: Plano de distribución general P0		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 03	Escala: 1/600	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

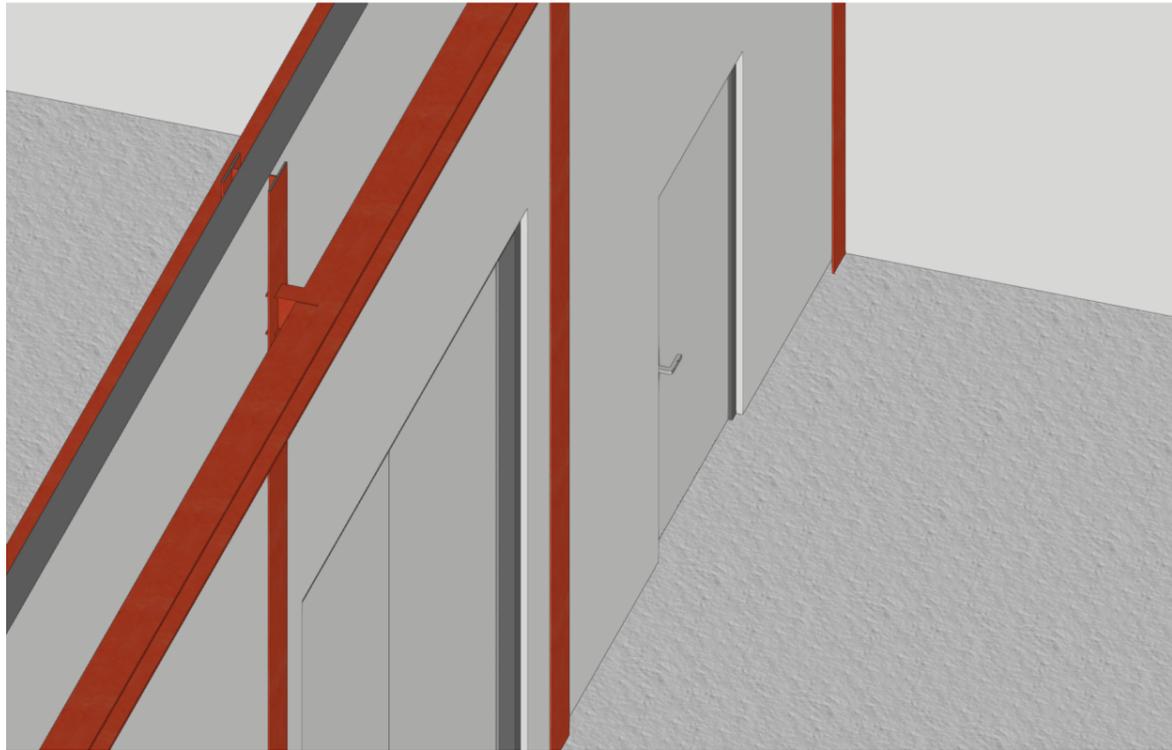
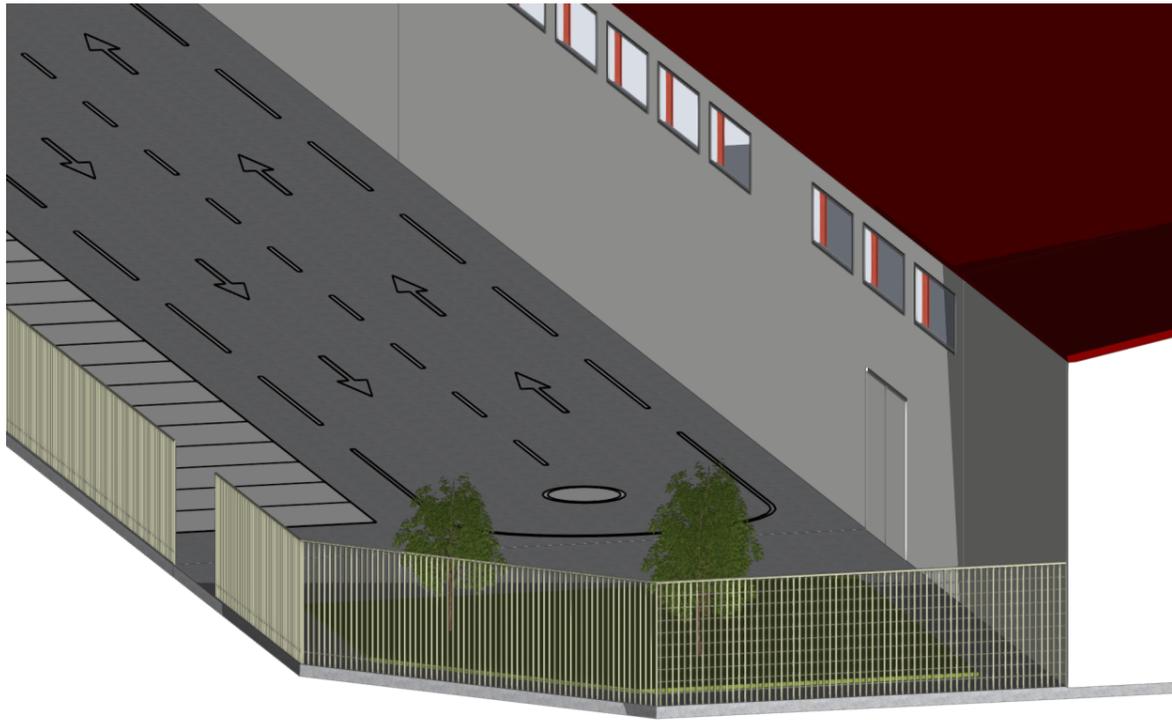


Nº	Espacio	Superficie
19	Sala de reuniones	47.55 m ²
20	Oficina	169.97 m ²
21	Despacho	24.45 m ²
22	Escalera Planta Oficinas	24.66 m ²
23	Pasillo Planta Oficinas	29.76 m ²
24	Ascensor Planta Oficina	6.86 m ²
25	Aseo	24.17 m ²
26	Sala relajación	55.31 m ²
		Superficie total: 382.73 m ²

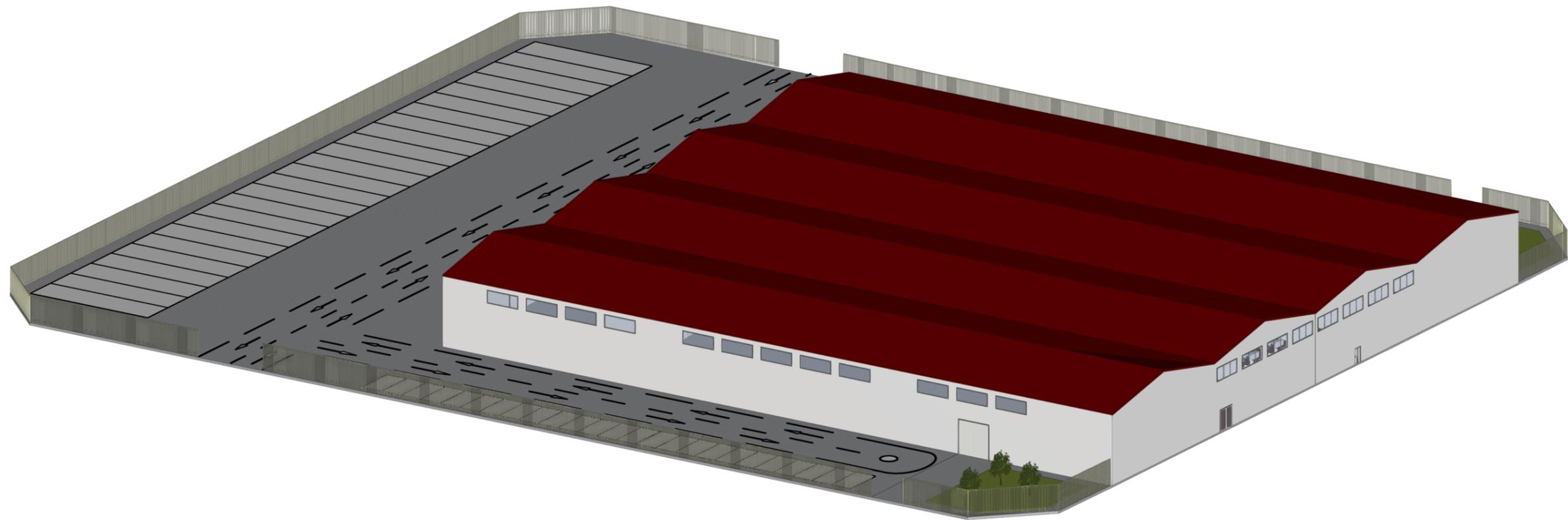
Titulo del plano: Plano de distribución general P1		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 04	Escala: 1/200	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



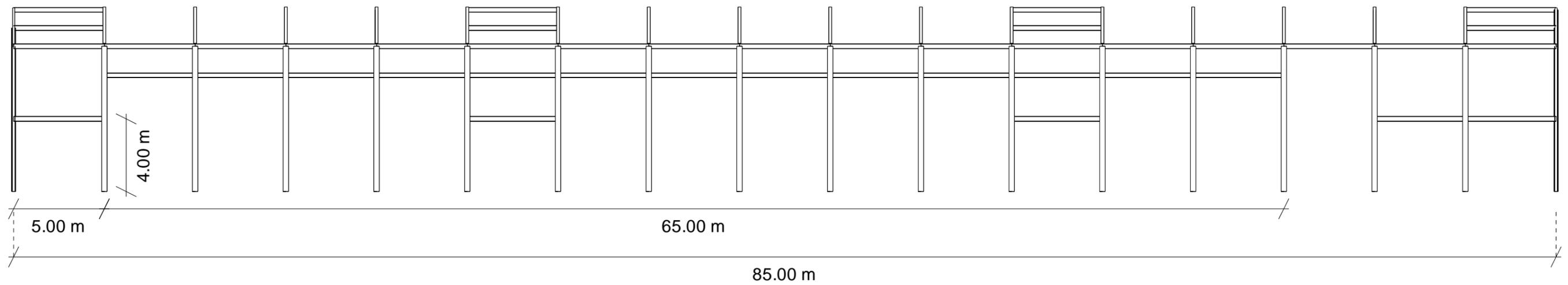
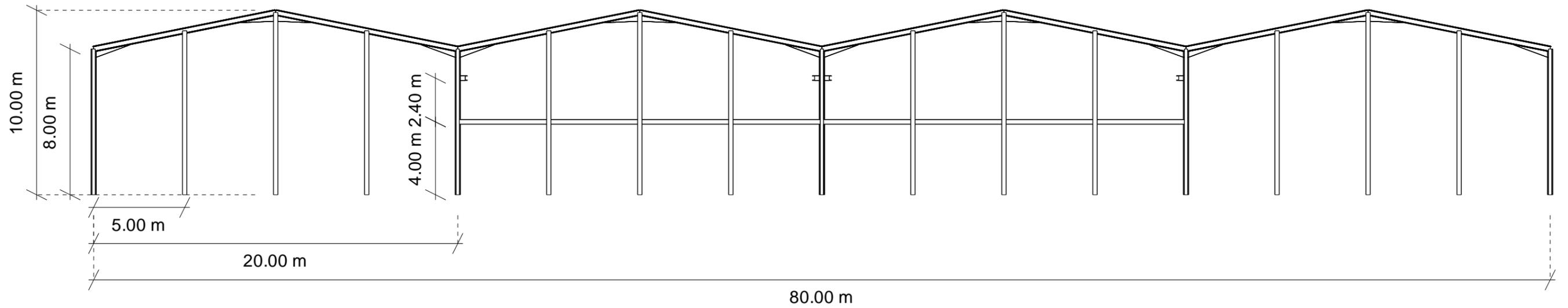
Titulo del plano: Alzado y perfil		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 05	Escala: 1/400	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



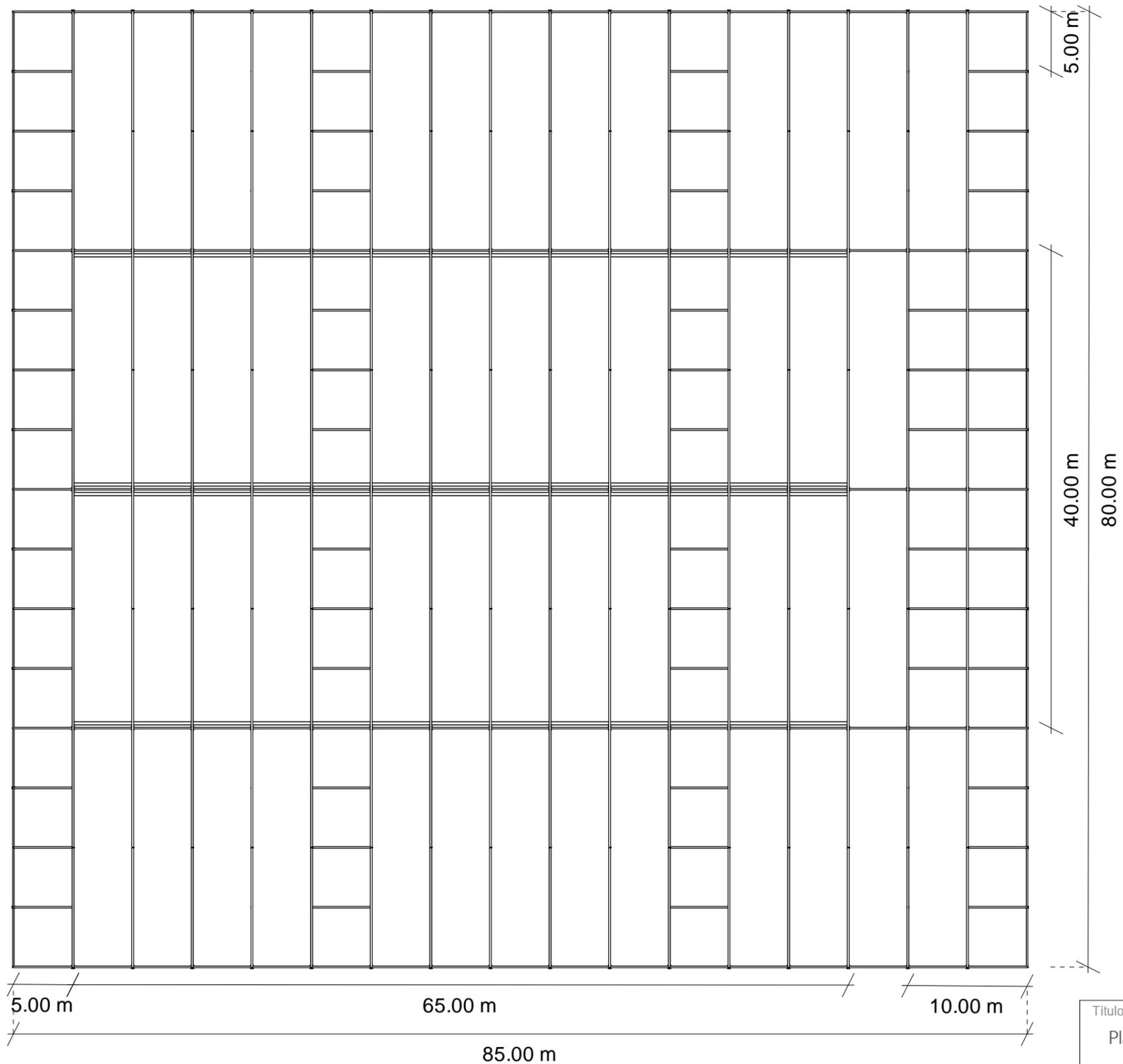
Título del plano: Detallado de la arquitectura		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 07	Escala: Según zoom	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



Titulo del plano: Vista 3D del edificio		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 06	Escala: 1/500	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



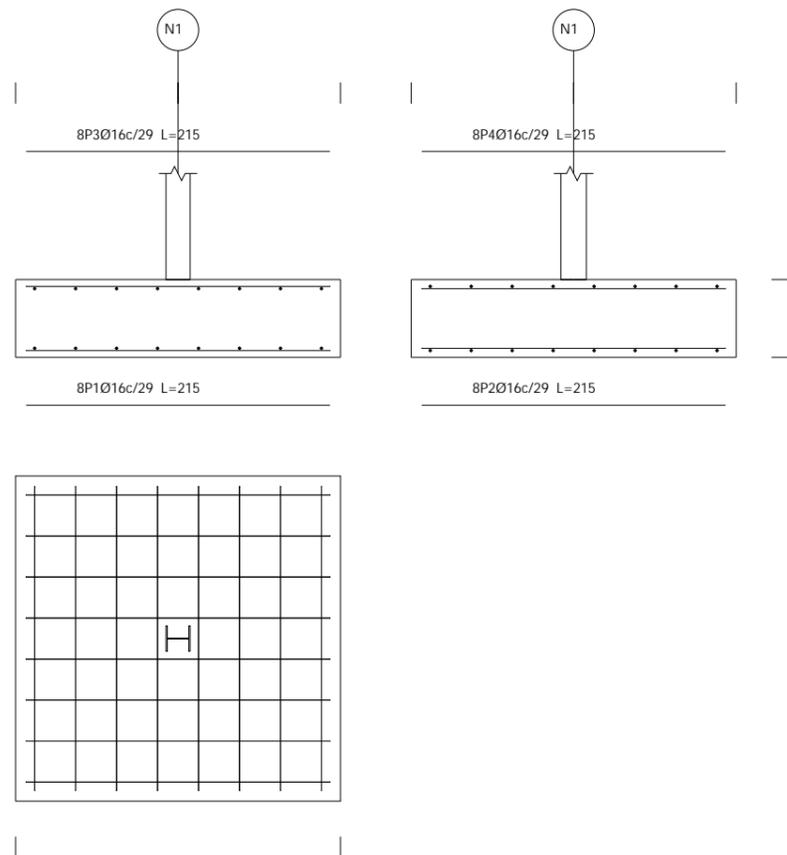
Titulo del plano: Alzado y perfil de la estructura		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 08	Escala: 1/225	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



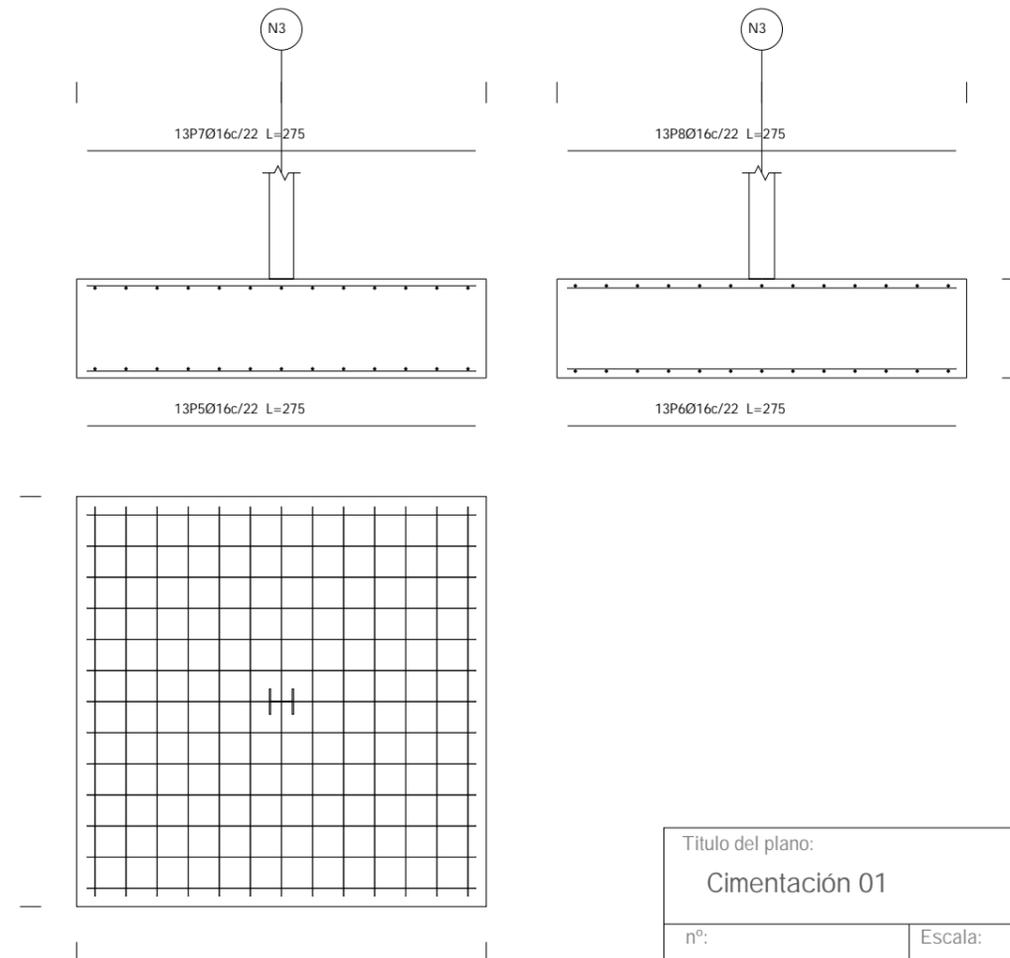
Título del plano: Planta de la estructura		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 09	Escala: 1/225	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N1=N12	1	Ø16	8	215	1720	27.1
	2	Ø16	8	215	1720	27.1
	3	Ø16	8	215	1720	27.1
	4	Ø16	8	215	1720	27.1
					Total+ 10%: (x2):	119.2 238.4
N3=N9	5	Ø16	13	275	3575	56.4
	6	Ø16	13	275	3575	56.4
	7	Ø16	13	275	3575	56.4
	8	Ø16	13	275	3575	56.4
					Total+ 10%: (x2):	248.2 496.4
					Ø16:	734.8
					Total:	734.8

N1 y N12



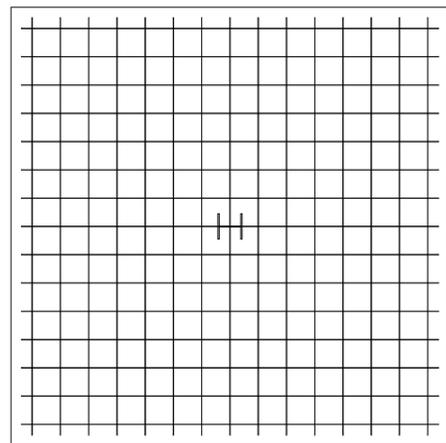
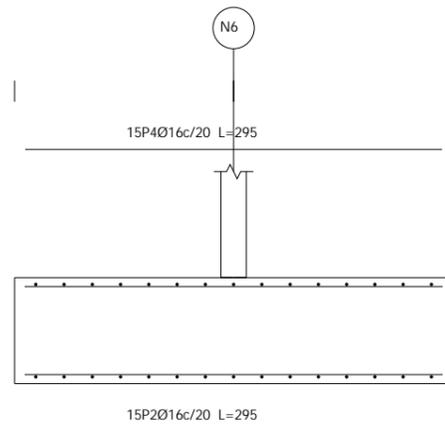
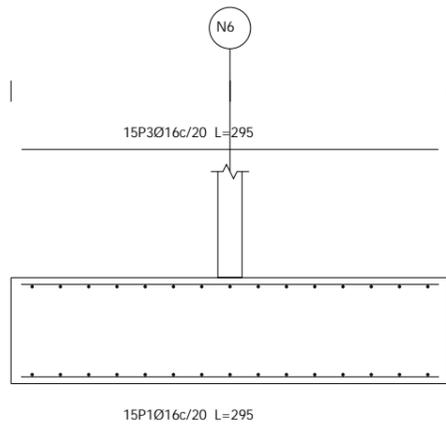
N3 y N9



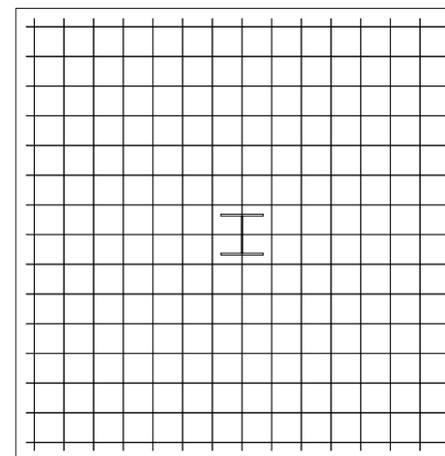
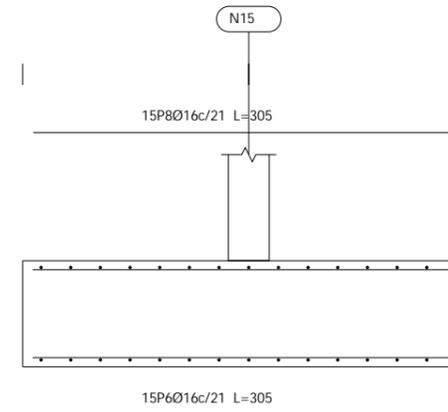
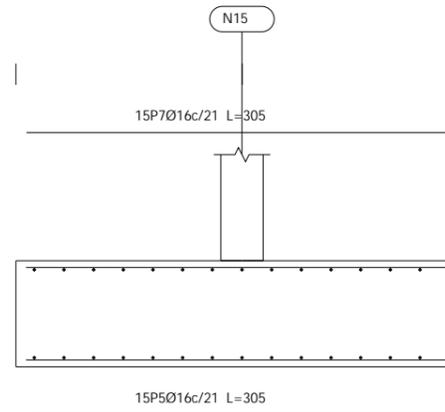
Título del plano: Cimentación 01		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 10	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



N6



N15, N26, N73, N76, N79, N87, N93, N157, N160, N163, N171 y N177

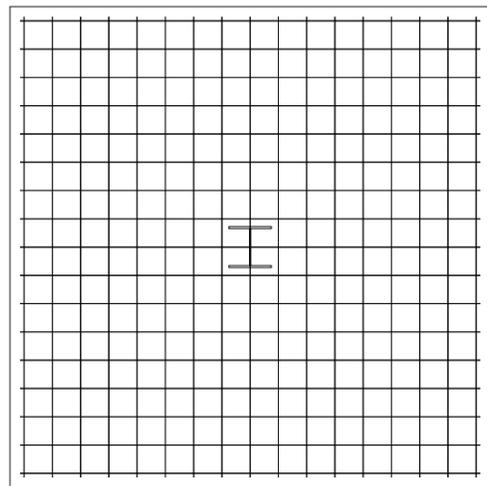
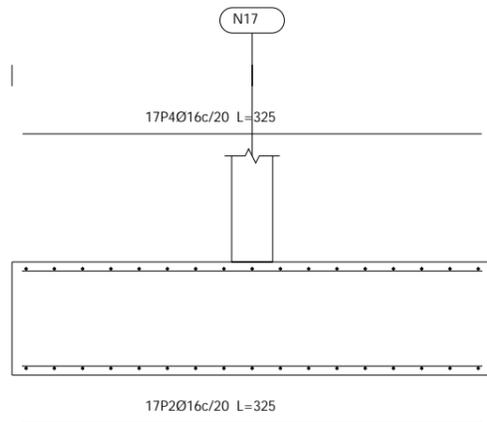
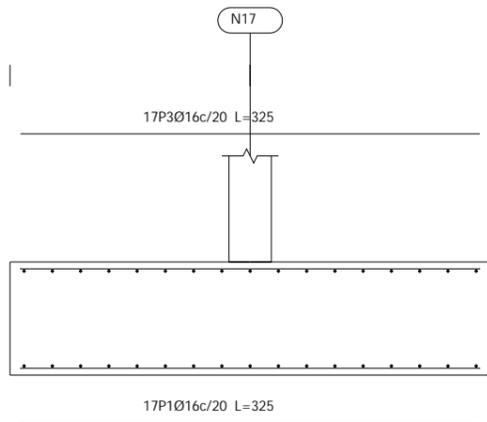


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N6	1	Ø16	15	295	4425	69.8
	2	Ø16	15	295	4425	69.8
	3	Ø16	15	295	4425	69.8
	4	Ø16	15	295	4425	69.8
Total+10%:						307.1
N15=N26=N73=N76=N79=N87 N93=N157=N160=N163=N171 N177	5	Ø16	15	305	4575	72.2
	6	Ø16	15	305	4575	72.2
	7	Ø16	15	305	4575	72.2
	8	Ø16	15	305	4575	72.2
Total+10%:						317.7
(x12):						3812.4
Ø16:						4119.5
Total:						4119.5

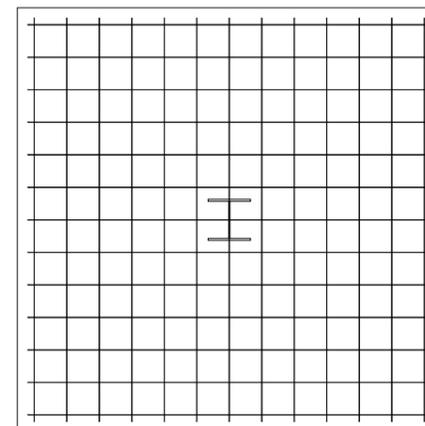
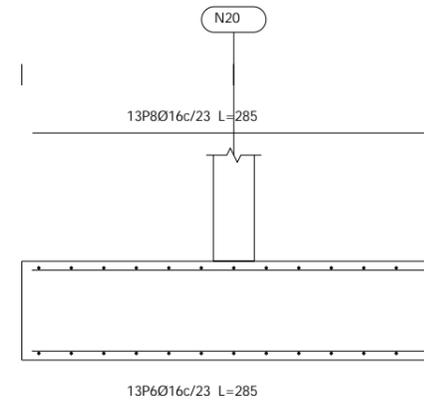
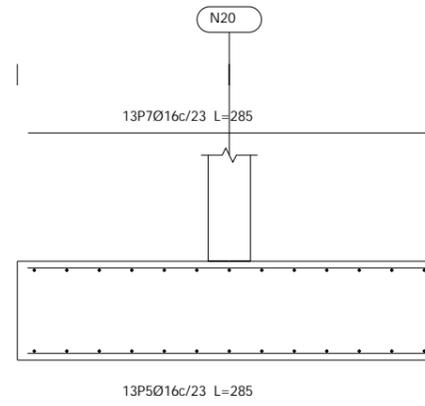
Título del plano: Cimentación 02		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 11	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



N17, N23, N90, N174, N227, N230 y N233



N20, N29, N31, N37, N40, N43, N45, N48, N51, N54, N71, N82, N85, N96, N99, N101, N107, N110, N113, N115, N121, N124, N127, N129, N135, N138, N141, N143, N149, N152, N155, N166, N169, N180, N183, N185, N191, N194, N197, N199, N205, N208, N225 y N236

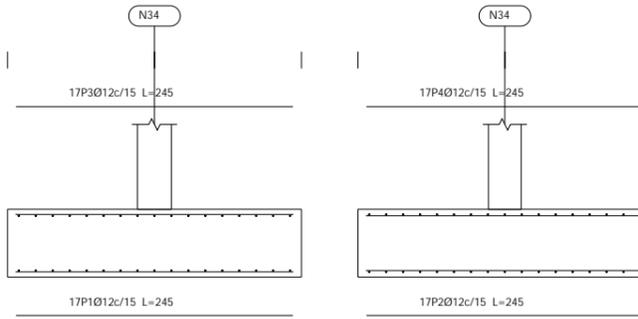


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N17=N23=N90=N174=N227 N230=N233	1	Ø16	17	325	5525	87.2
	2	Ø16	17	325	5525	87.2
	3	Ø16	17	325	5525	87.2
	4	Ø16	17	325	5525	87.2
Total+10%: (x7):						383.7 2685.9
N20=N29=N31=N37=N40=N43 N45=N48=N51=N54=N71=N82 N85=N96=N99=N101=N107 N110=N113=N115=N121=N124 N127=N129=N135=N138=N141 N143=N149=N152=N155=N166 N169=N180=N183=N185=N191 N194=N197=N199=N205=N208 N225=N236	5	Ø16	13	285	3705	58.5
	6	Ø16	13	285	3705	58.5
	7	Ø16	13	285	3705	58.5
	8	Ø16	13	285	3705	58.5
Total+10%: (x44):						257.4 11325.6
					Ø16:	14011.5
					Total:	14011.5

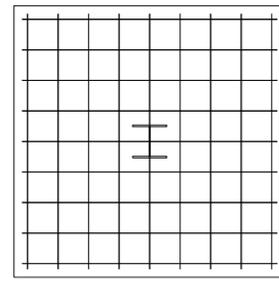
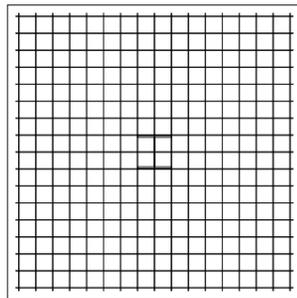
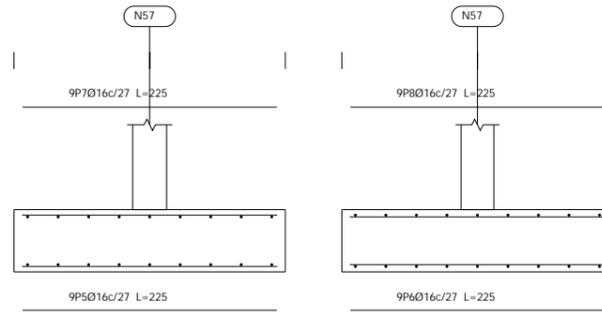
Título del plano: Cimentación 03		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 12	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



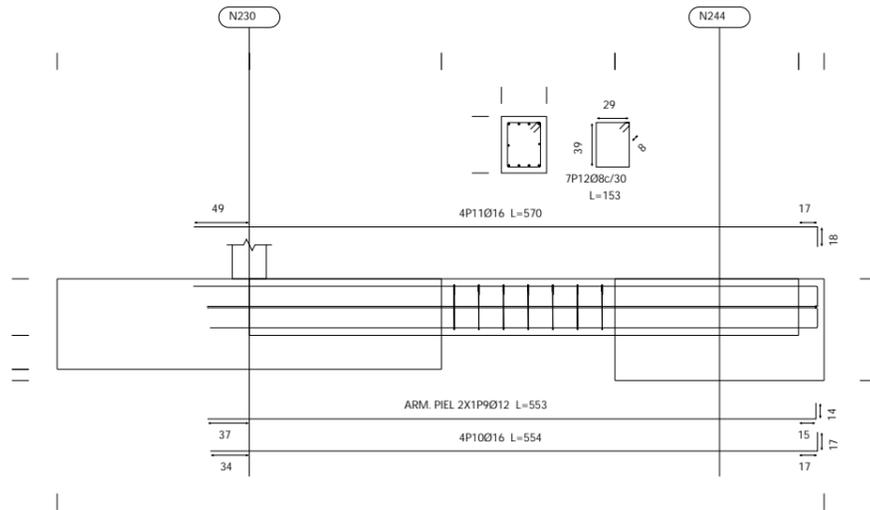
N34 y N62



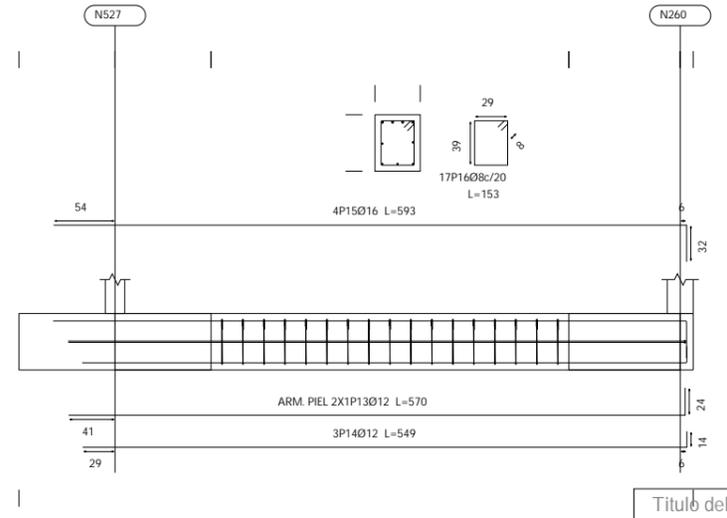
N57, N68, N211 y N222



VC.S-1 [N230-N244]



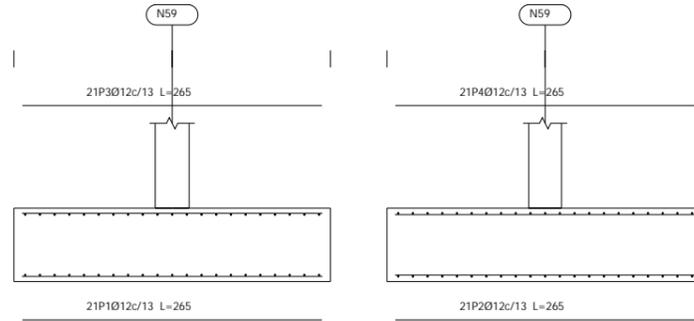
VC.T-1.1 [N527-N260]



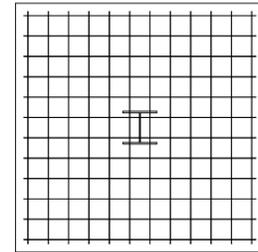
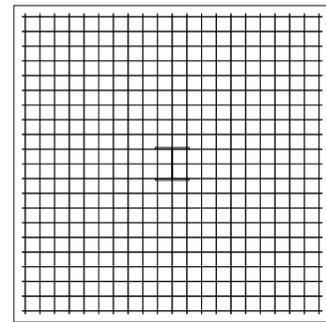
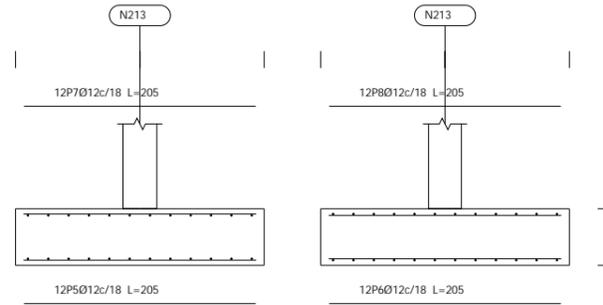
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N34=N62	1	Ø12	17	245	4165	37.0
	2	Ø12	17	245	4165	37.0
	3	Ø12	17	245	4165	37.0
	4	Ø12	17	245	4165	37.0
Total+10%: (x2):						162.8 325.6
N57=N68=N211=N222	5	Ø16	9	225	2025	32.0
	6	Ø16	9	225	2025	32.0
	7	Ø16	9	225	2025	32.0
	8	Ø16	9	225	2025	32.0
Total+10%: (x4):						140.8 563.2
VC.S-1 [N230-N244]	9	Ø12	2	553	1106	9.8
	10	Ø16	4	554	2216	35.0
	11	Ø16	4	570	2280	36.0
	12	Ø8	7	153	1071	4.2
Total+10%:						93.5
VC.T-1.1 [N527-N260]	13	Ø12	2	570	1140	10.1
	14	Ø12	3	549	1647	14.6
	15	Ø16	4	593	2372	37.4
	16	Ø8	17	153	2601	10.3
Total+10%:						79.6
						Ø8: 15.9
						Ø12: 363.6
						Ø16: 682.4
						Total: 1061.9

Título del plano: Cimentación 04		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 13	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

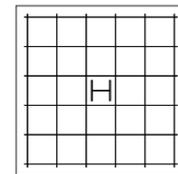
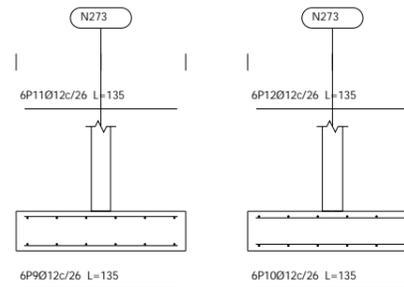
N59, N65, N104, N118, N132, N146, N188 y N202



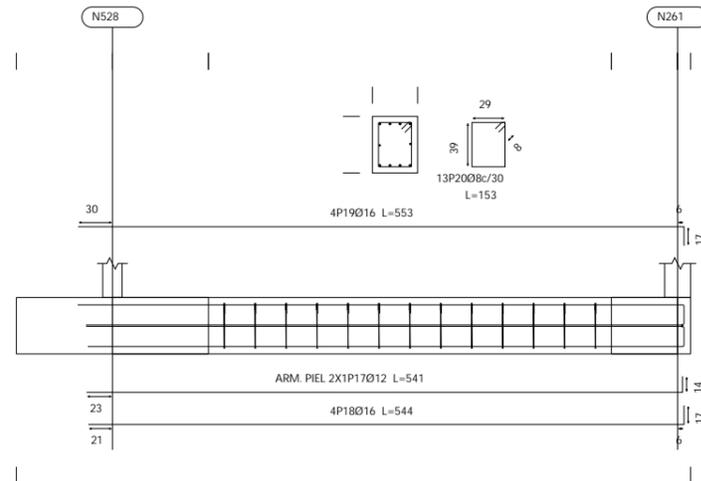
N213, N216 y N219



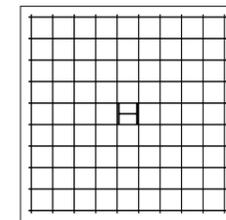
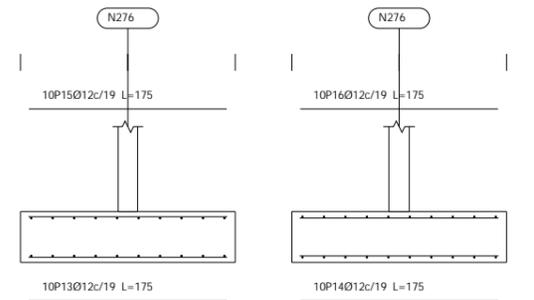
N273, N275, N278, N280, N301, N302, N306 y N307



VC.S-1 [N528-N261]



N276, N281, N299, N304, N311 y N316

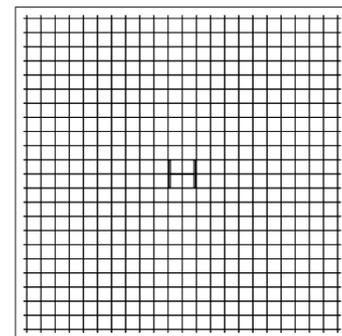
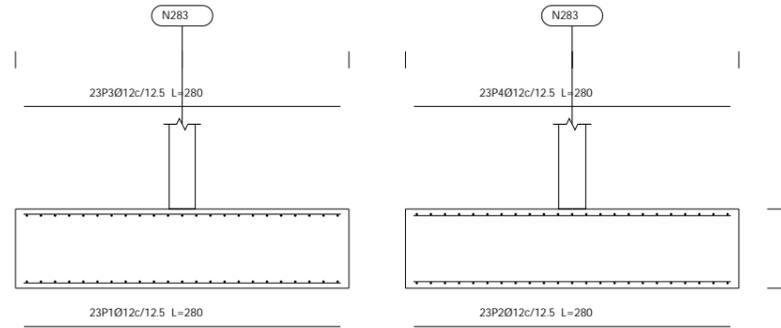


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N59=N65=N104=N118=N132 N146=N188=N202	1	Ø12	21	265	5565	49.4
	2	Ø12	21	265	5565	49.4
	3	Ø12	21	265	5565	49.4
	4	Ø12	21	265	5565	49.4
Total+10%: (x8):						217.4 1739.2
N213=N216=N219	5	Ø12	12	205	2460	21.8
	6	Ø12	12	205	2460	21.8
	7	Ø12	12	205	2460	21.8
	8	Ø12	12	205	2460	21.8
Total+10%: (x3):						95.9 287.7
N273=N275=N278=N280=N301 N302=N306=N307	9	Ø12	6	135	810	7.2
	10	Ø12	6	135	810	7.2
	11	Ø12	6	135	810	7.2
	12	Ø12	6	135	810	7.2
Total+10%: (x8):						31.7 253.6
N276=N281=N299=N304=N311 N316	13	Ø12	10	175	1750	15.5
	14	Ø12	10	175	1750	15.5
	15	Ø12	10	175	1750	15.5
	16	Ø12	10	175	1750	15.5
Total+10%: (x6):						68.2 409.2
VC.S-1 [N528-N261]	17	Ø12	2	541	1082	9.6
	18	Ø16	4	544	2176	34.3
	19	Ø16	4	553	2212	34.9
	20	Ø8	13	153	1989	7.8
Total+10%:						95.3
Ø8:						8.6
Ø12:						2700.3
Ø16:						76.1
Total:						2785.0

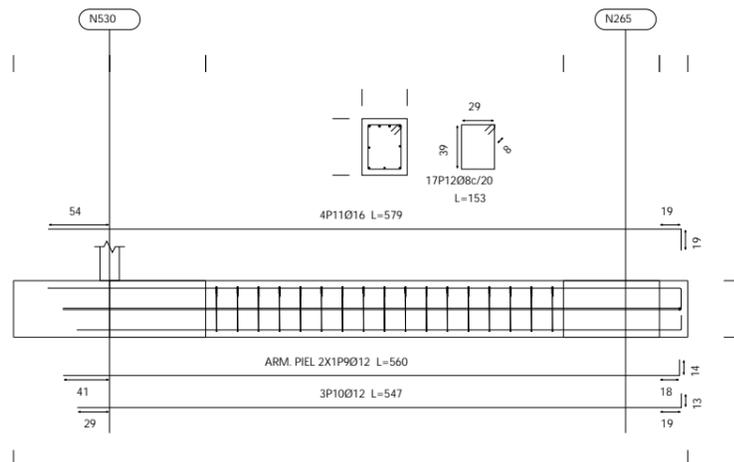
Título del plano: Cimentación 05		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 14	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



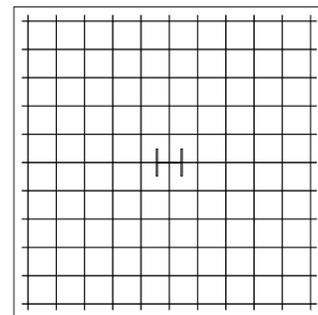
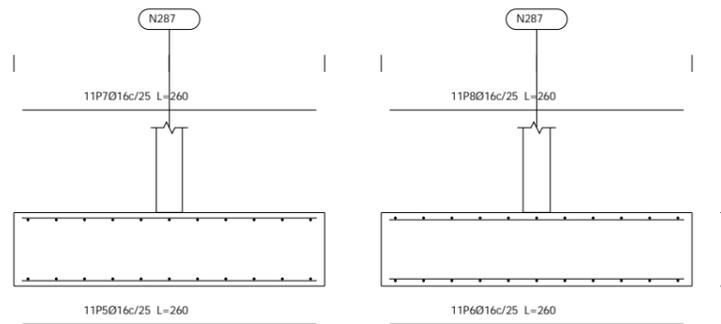
N283, N285, N295 y N297



VC.T-1.1 [N530-N265]



N287, N289, N291 y N293

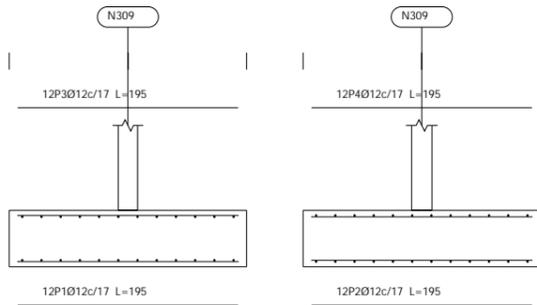


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N283=N285=N295=N297	1	Ø12	23	280	6440	57.2
	2	Ø12	23	280	6440	57.2
	3	Ø12	23	280	6440	57.2
	4	Ø12	23	280	6440	57.2
Total+10%: (x4):						251.7 1006.8
N287=N289=N291=N293	5	Ø16	11	260	2860	45.1
	6	Ø16	11	260	2860	45.1
	7	Ø16	11	260	2860	45.1
	8	Ø16	11	260	2860	45.1
Total+10%: (x4):						198.4 793.6
VC.T-1.1 [N530-N265]	9	Ø12	2	560	1120	9.9
	10	Ø12	3	547	1641	14.6
	11	Ø16	4	579	2316	36.6
	12	Ø8	17	153	2601	10.3
Total+10%:						78.5
						Ø8: 11.3
						Ø12: 1033.8
						Ø16: 833.8
						Total: 1878.9

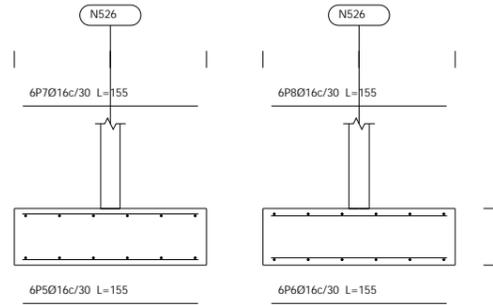
Título del plano: Cimentación 06		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 15	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



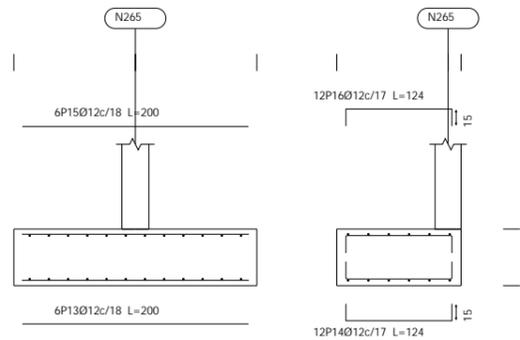
N309, N312, N314 y N317



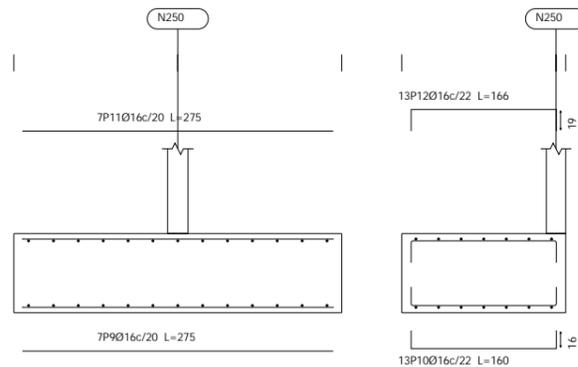
N526, N527, N528, N529, N530 y N531



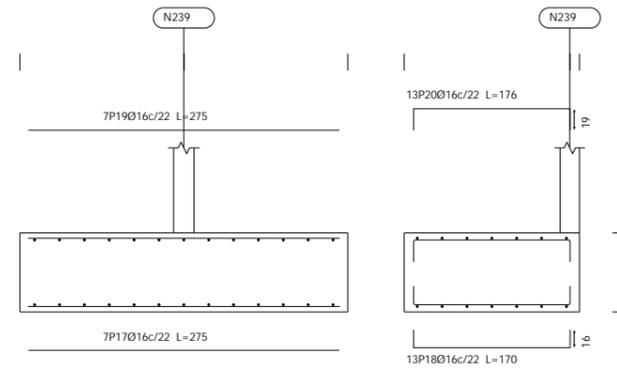
N265 y N260



N250



N239

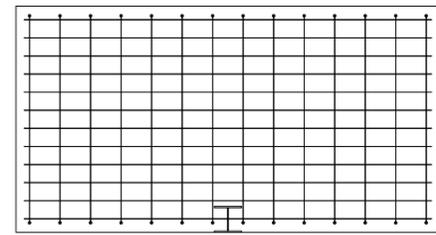
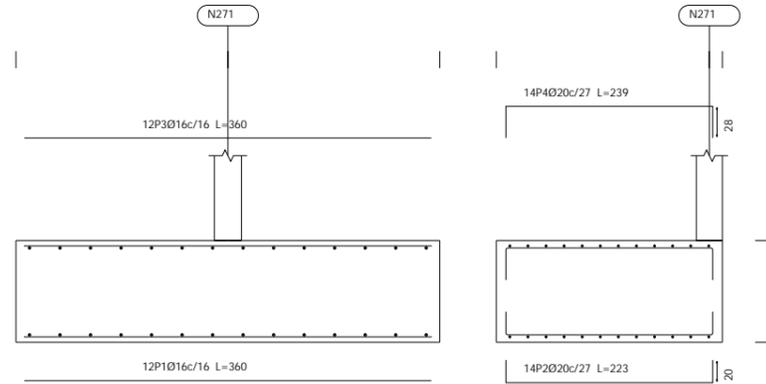


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N309=N312=N314=N317	1	Ø12	12	195	2340	20.8
	2	Ø12	12	195	2340	20.8
	3	Ø12	12	195	2340	20.8
	4	Ø12	12	195	2340	20.8
Total+10%: (x4):						91.5 366.0
N526=N527=N528=N529=N530 N531	5	Ø16	6	155	930	14.7
	6	Ø16	6	155	930	14.7
	7	Ø16	6	155	930	14.7
	8	Ø16	6	155	930	14.7
Total+10%: (x6):						64.7 388.2
N250	9	Ø16	7	275	1925	30.4
	10	Ø16	13	160	2080	32.8
	11	Ø16	7	275	1925	30.4
	12	Ø16	13	166	2158	34.1
Total+10%:						140.5
N265=N260	13	Ø12	6	200	1200	10.7
	14	Ø12	12	124	1488	13.2
	15	Ø12	6	200	1200	10.7
	16	Ø12	12	124	1488	13.2
Total+10%: (x2):						52.6 105.2
N239	17	Ø16	7	275	1925	30.4
	18	Ø16	13	170	2210	34.9
	19	Ø16	7	275	1925	30.4
	20	Ø16	13	176	2288	36.1
Total+10%:						145.0
						Ø12: 471.2
						Ø16: 673.7
						Total: 1144.9

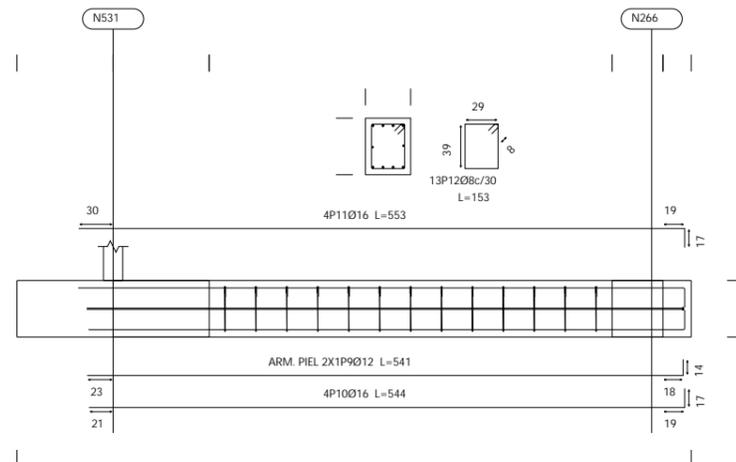
Título del plano: Cimentación 07		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 16	Escala: 1/1000	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



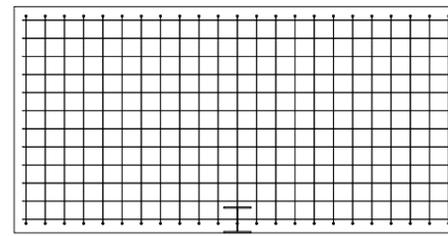
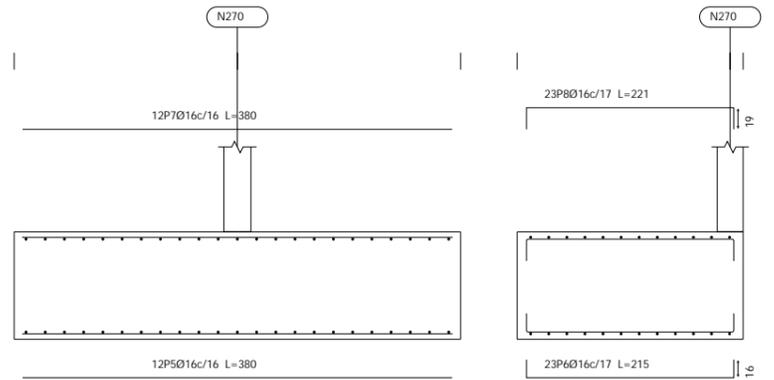
N271 y N254



VC.S-1 [N531-N266], VC.S-1 [N529-N263] y VC.S-1 [N526-N258]



N270 y N253

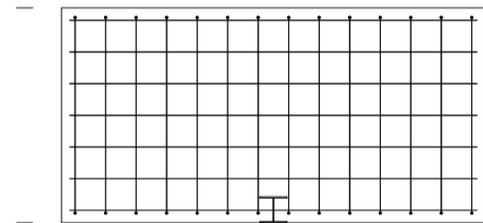
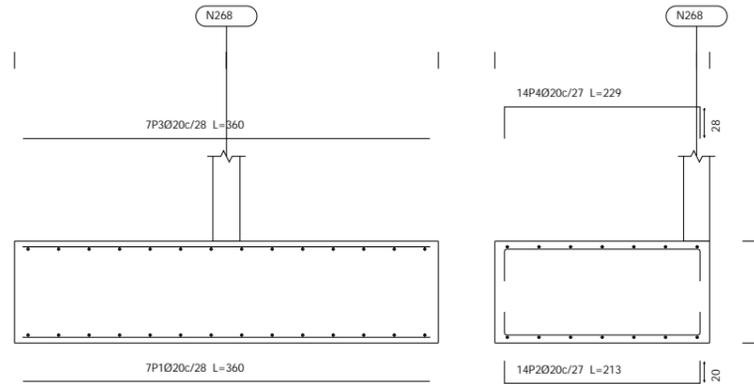


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N271=N254	1	Ø16	12	360	4320	68.2
	2	Ø20	14	223	3122	77.0
	3	Ø16	12	360	4320	68.2
	4	Ø20	14	239	3346	82.5
Total+10%: (x2):						325.5 651.0
N270=N253	5	Ø16	12	380	4560	72.0
	6	Ø16	23	215	4945	78.0
	7	Ø16	12	380	4560	72.0
	8	Ø16	23	221	5083	80.2
Total+10%: (x2):						332.4 664.8
VC.S-1 [N531-N266] VC.S-1 [N529-N263] VC.S-1 [N526-N258]	9	Ø12	2	541	1082	9.6
	10	Ø16	4	544	2176	34.3
	11	Ø16	4	553	2212	34.9
	12	Ø8	13	153	1989	7.8
Total+10%: (x3):						95.3 285.9
						Ø8: 25.8
						Ø12: 31.8
						Ø16: 1193.1
						Ø20: 351.0
						Total: 1601.7

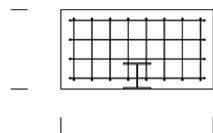
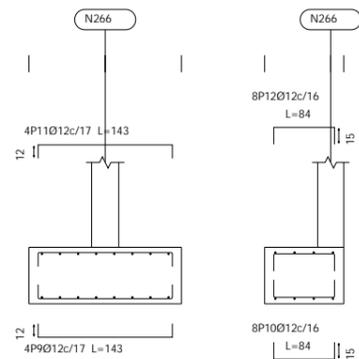
Título del plano: Cimentación 08		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 17	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



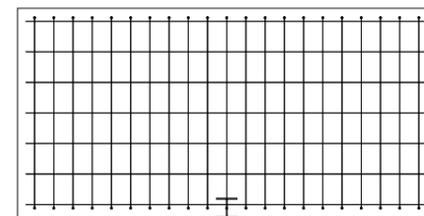
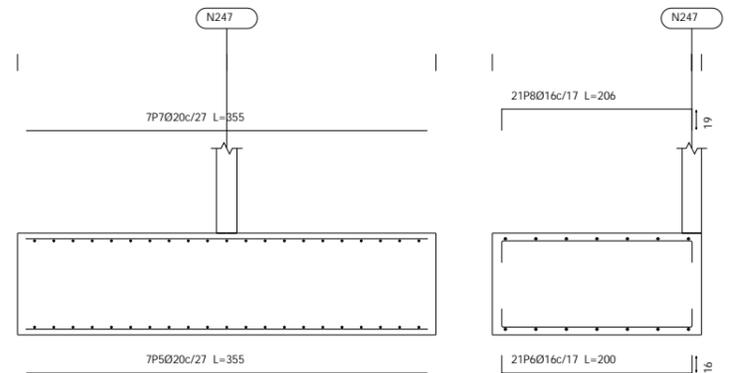
N268 y N256



N266, N263, N261 y N258



N247, N244 y N241



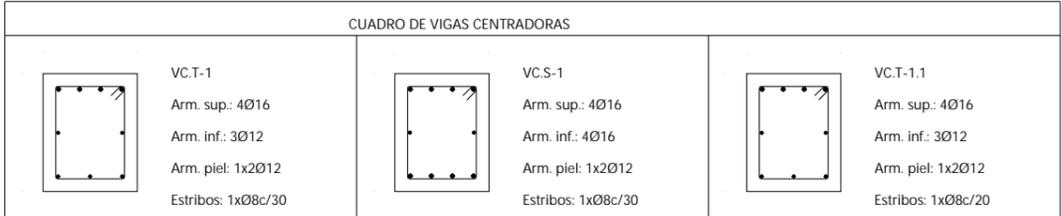
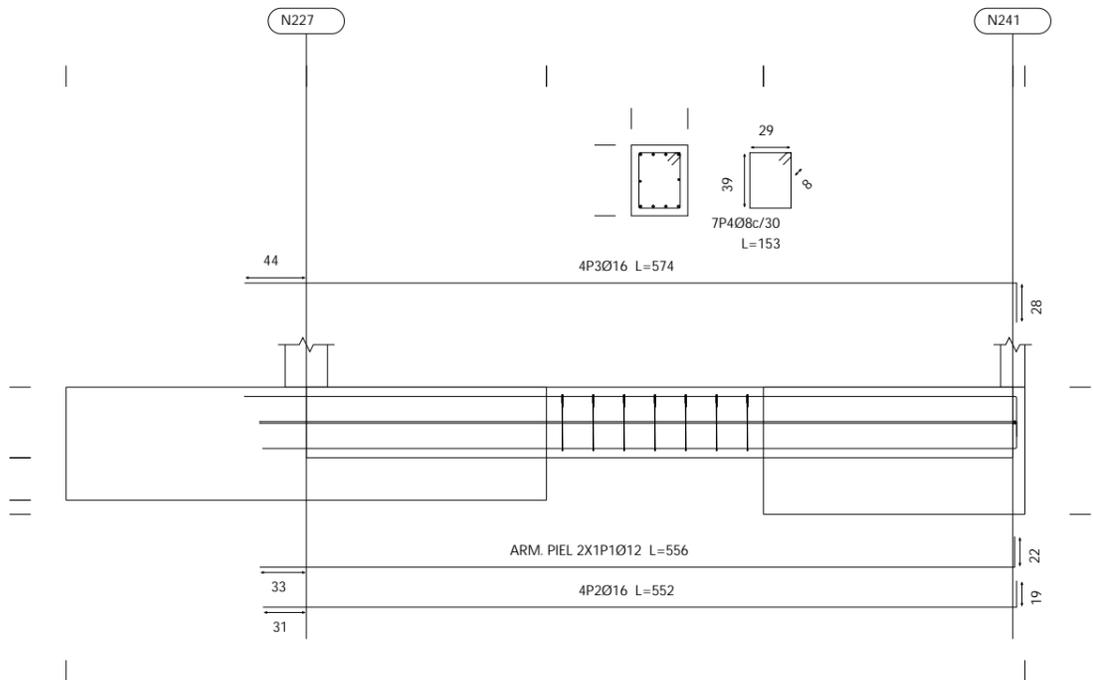
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N268=N256	1	Ø20	7	360	2520	62.1
	2	Ø20	14	213	2982	73.5
	3	Ø20	7	360	2520	62.1
	4	Ø20	14	229	3206	79.1
Total+10%:						304.5
(x2):						609.0
N247=N244=N241	5	Ø20	7	355	2485	61.3
	6	Ø16	21	200	4200	66.3
	7	Ø20	7	355	2485	61.3
	8	Ø16	21	206	4326	68.3
Total+10%:						282.9
(x3):						848.7
N266=N263=N261=N258	9	Ø12	4	143	572	5.1
	10	Ø12	8	84	672	6.0
	11	Ø12	4	143	572	5.1
	12	Ø12	8	84	672	6.0
Total+10%:						24.4
(x4):						97.6
					Ø12:	97.6
					Ø16:	444.0
					Ø20:	1013.7
					Total:	1555.3

Titulo del plano: Cimentación 09		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 18	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

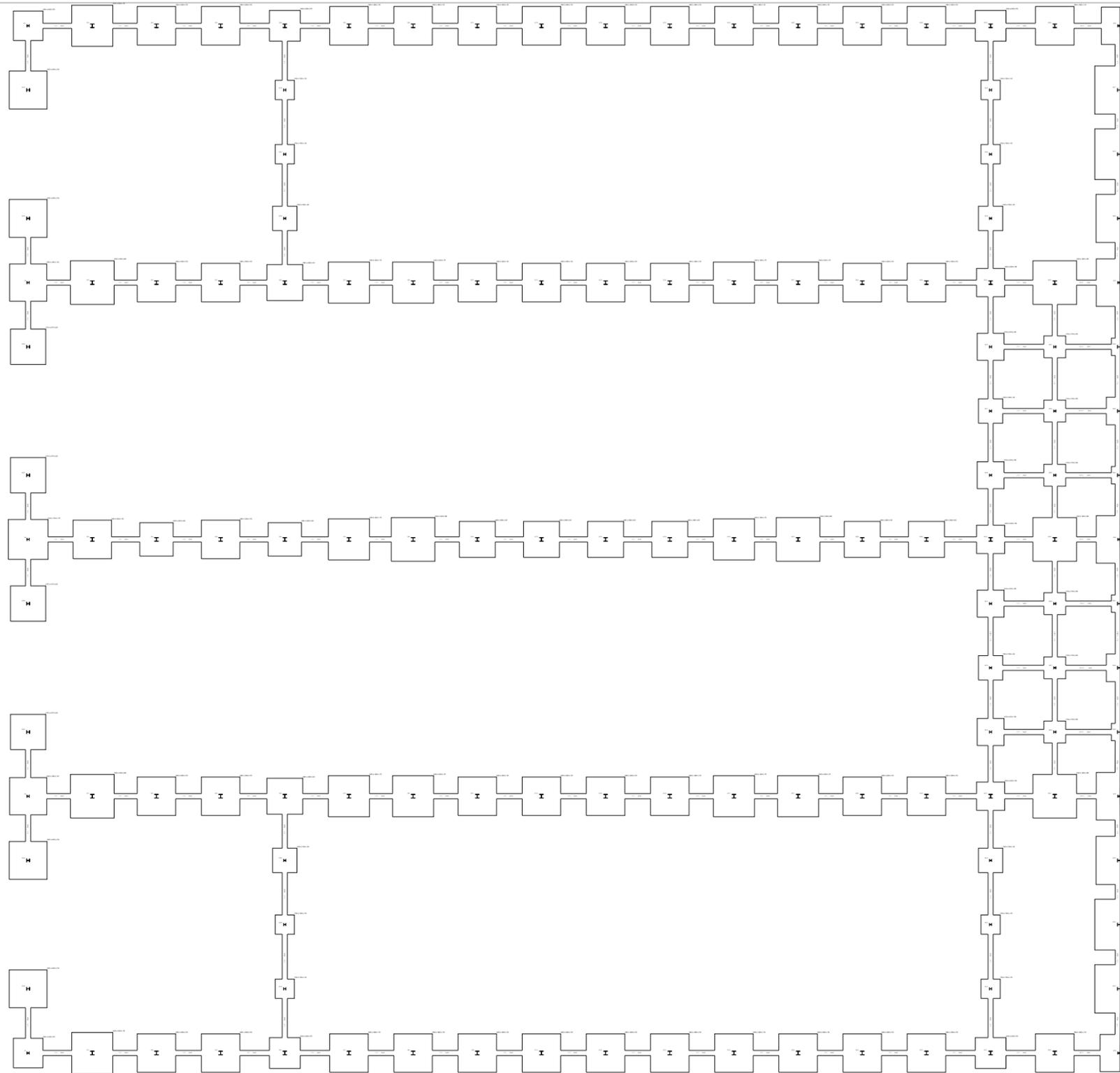


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
VC.S-1 [N227-N241]	1	Ø12	2	556	1112	9.9
	2	Ø16	4	552	2208	34.8
	3	Ø16	4	574	2296	36.2
	4	Ø8	7	153	1071	4.2
Total+10%:						93.6
					Ø8:	4.6
					Ø12:	10.9
					Ø16:	78.1
					Total:	93.6

VC.S-1 [N227-N241]

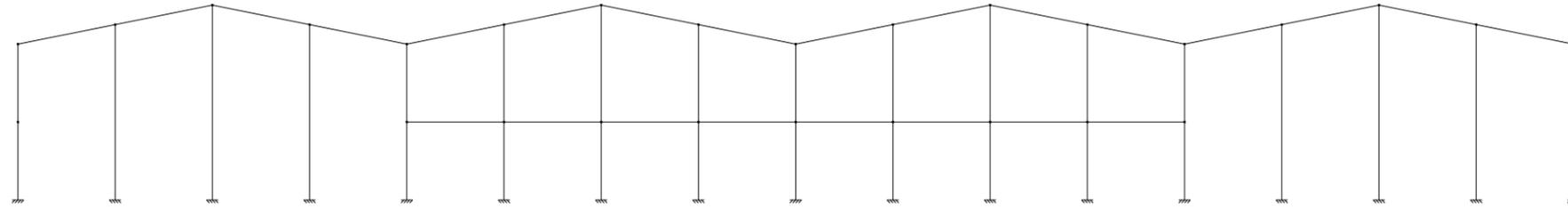


Titulo del plano: Cimentación 11		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 20	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

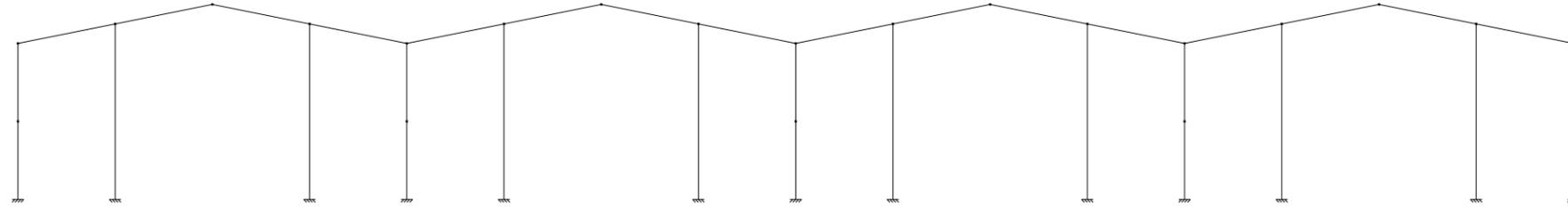


Título del plano: Cimentación 12		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 21	Escala: 1/1300	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

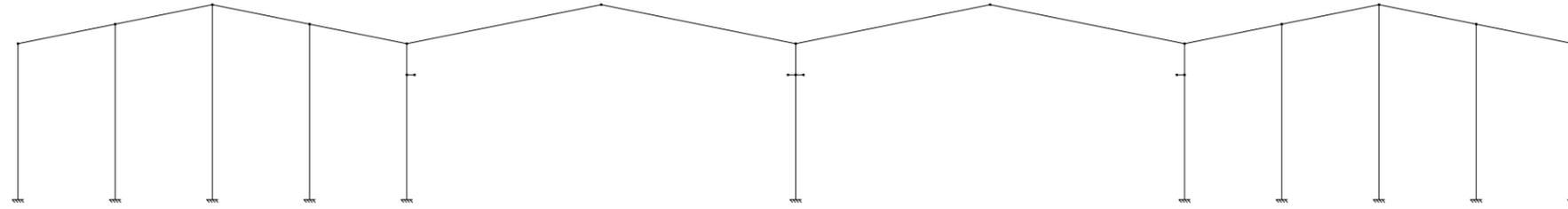
2D Pórtico fachada exterior



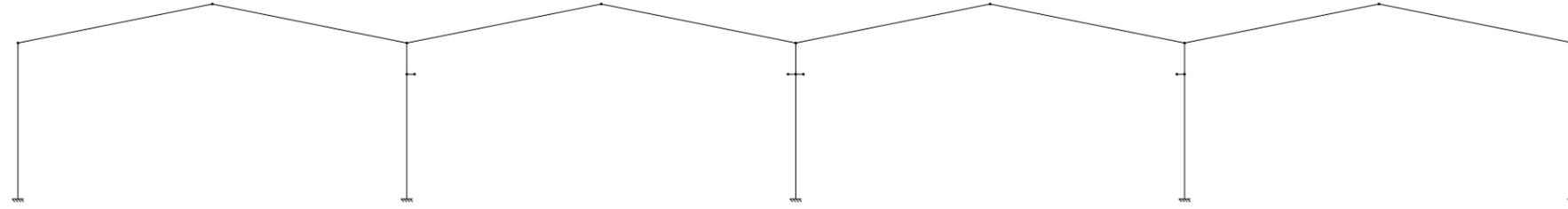
2D Pórtico fachada interior



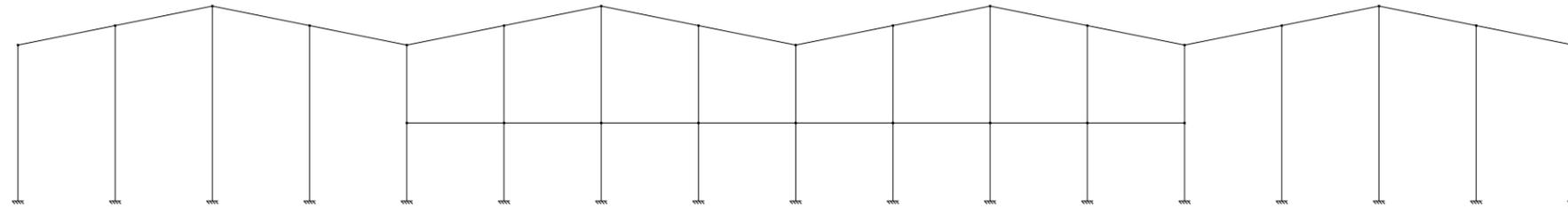
2D Pórtico interior part



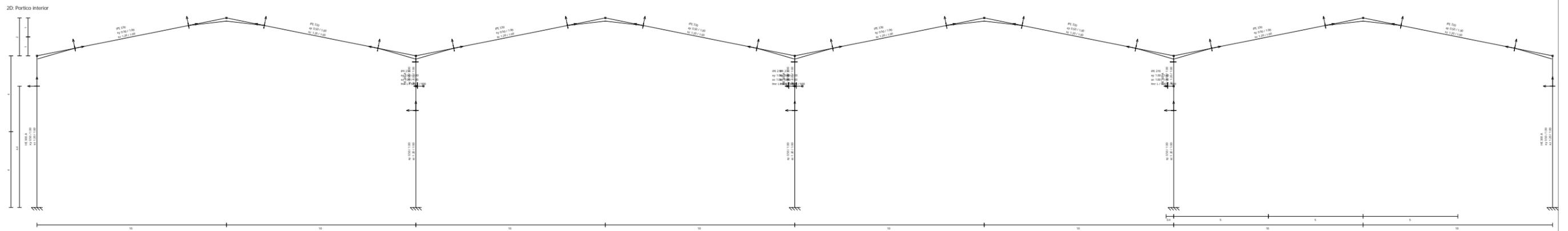
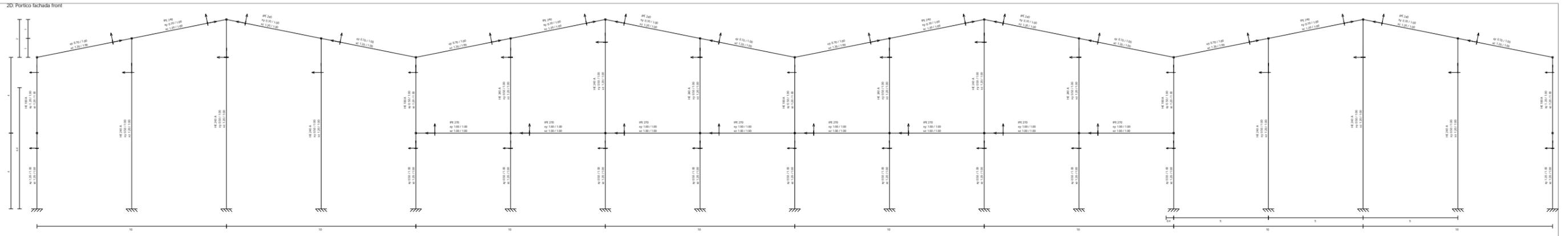
2D Pórtico interior



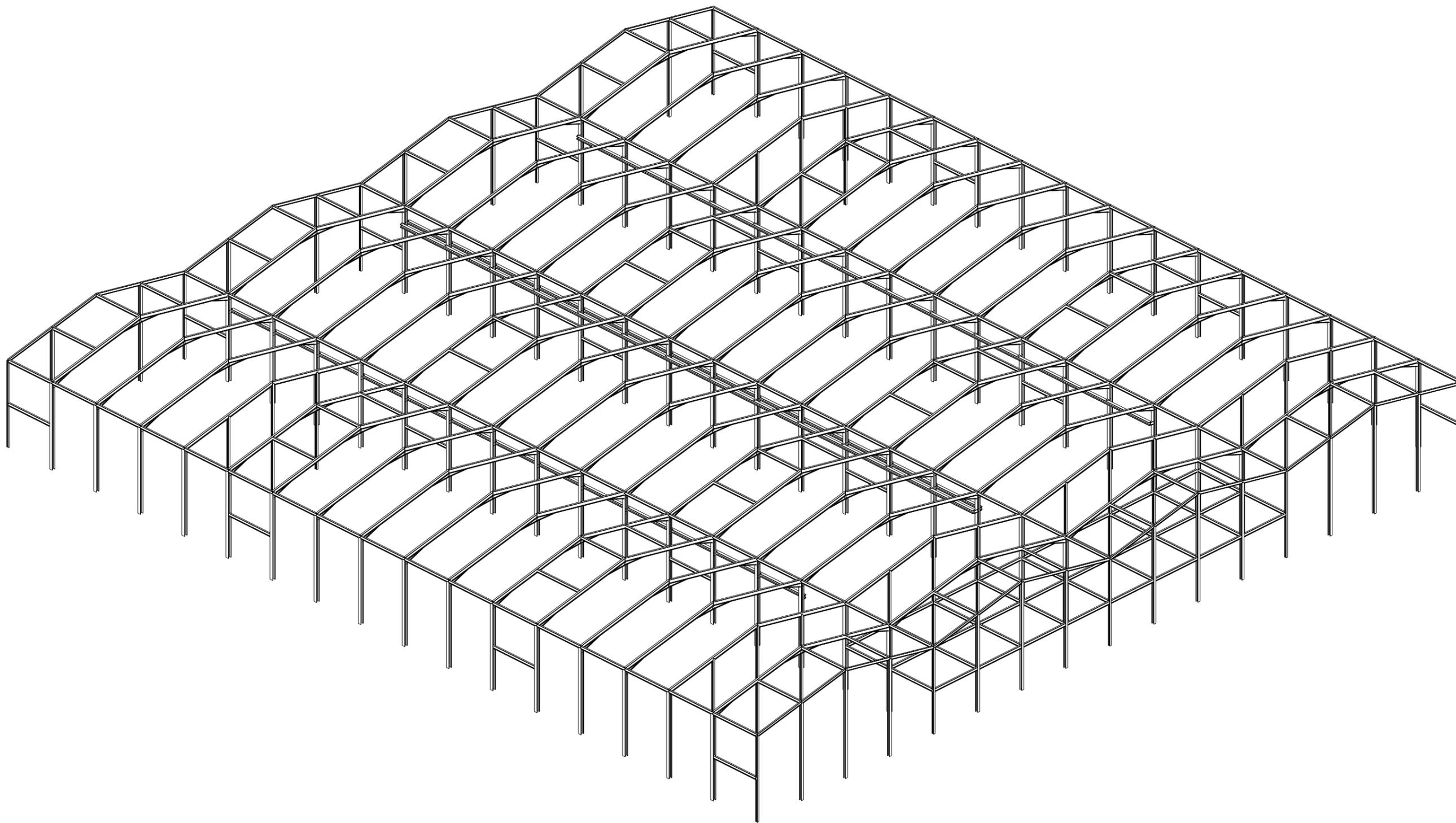
2D Pórtico 2



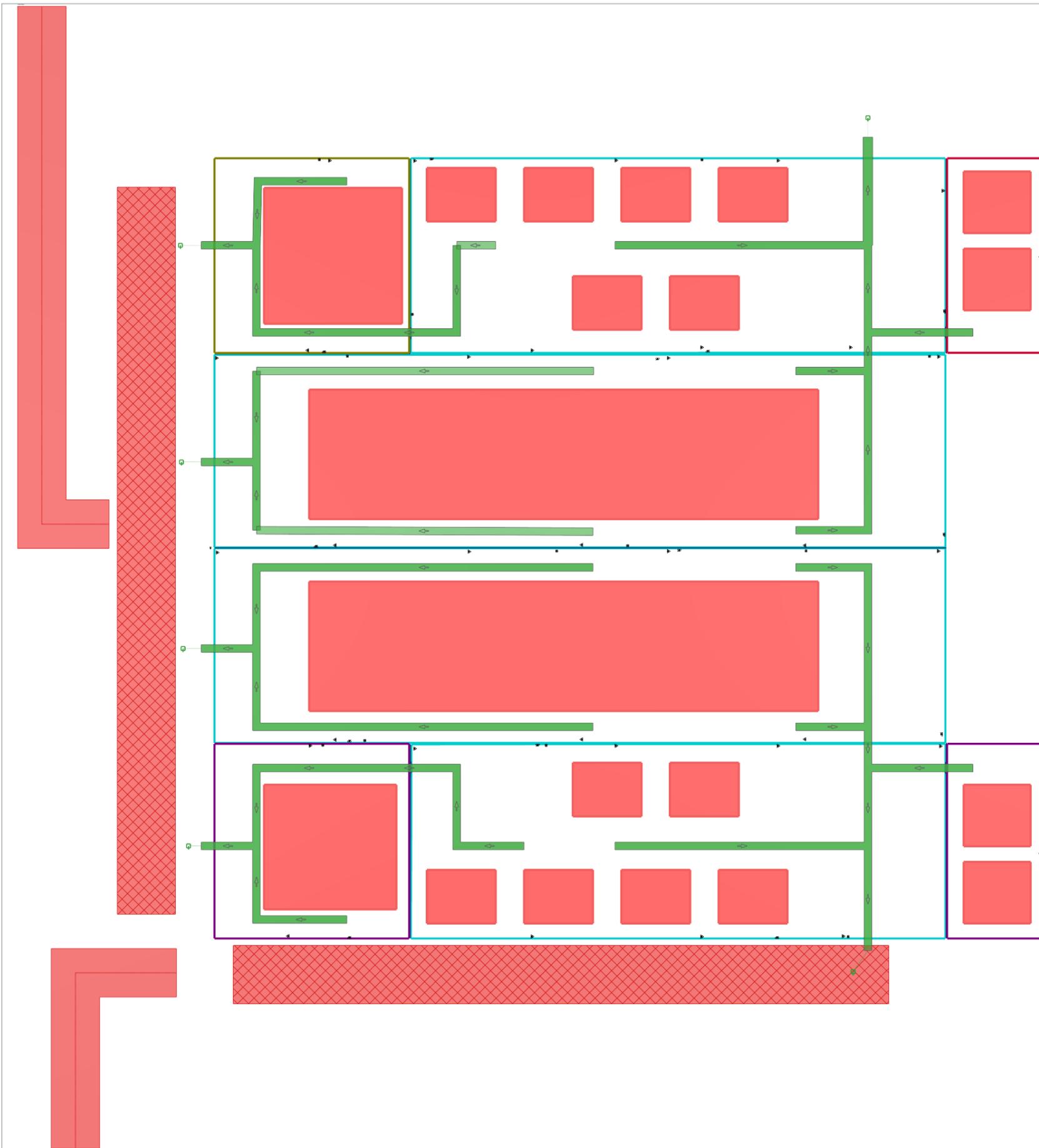
Titulo del plano: Pórticos		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 22	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

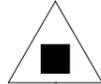


Titulo del plano: Pandeo		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 23	Escala: 1/1000	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

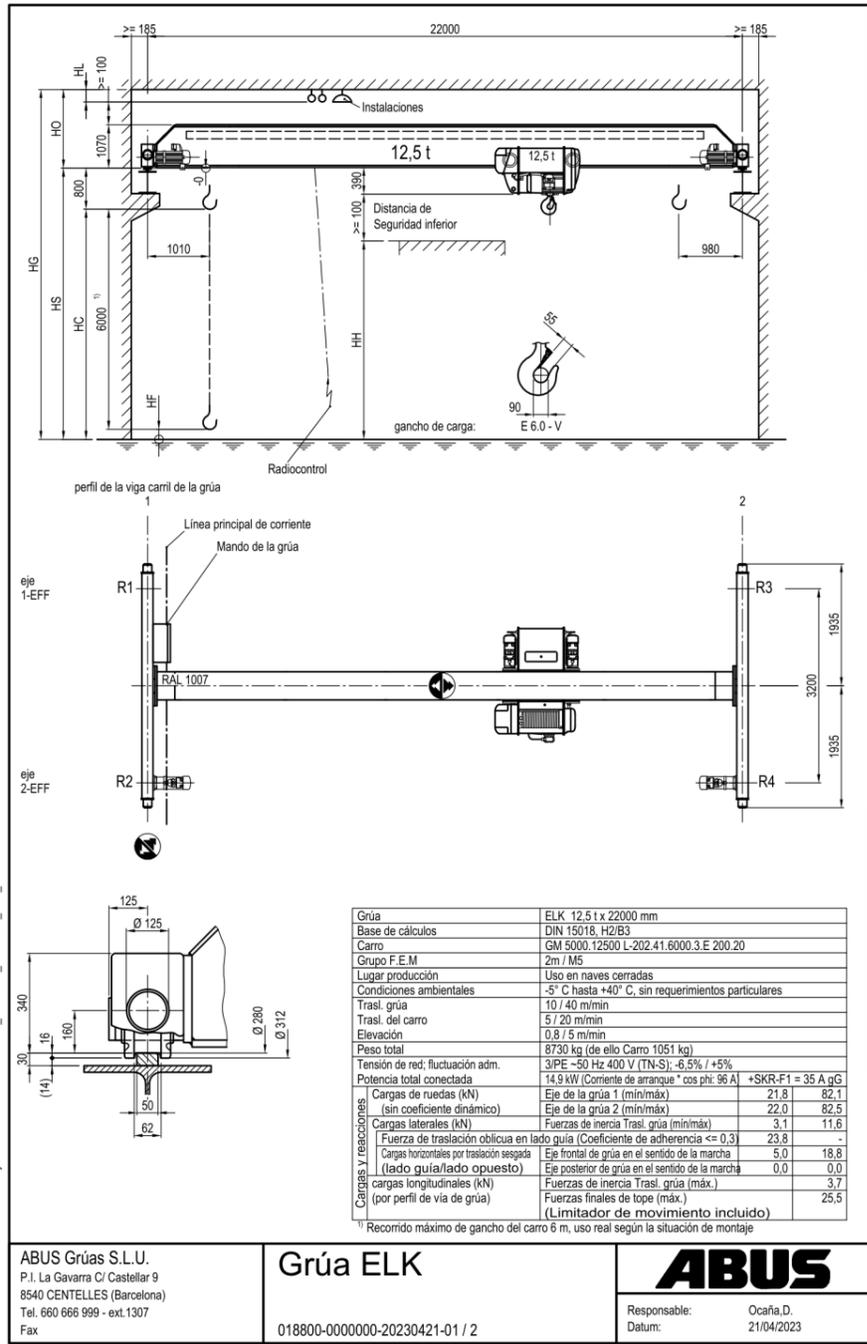


Titulo del plano: Estructura completa		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 24	Escala: 1/320	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



Leyenda	
	BIE 25 mm
	Polvo químico ABC
	Hidrante de columna
	Pulsador de alarma
	Detector óptico de humos

Titulo del plano: RSCIEI		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 25	Escala: 1/1100	Unidad dimensional: m	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



ABUS Grúas S.L.U. P.I. La Gavarra C/ Castellar 9 8540 CENTELLES (Barcelona) Tel. 660 666 999 - ext.1307 Fax 2118806 - 011

Grúa ELK

ABUS

Responsable: Ocaña,D. Datum: 21/04/2023

ABUS Grúas S.L.U. P.I. La Gavarra C/ Castellar 9 8540 CENTELLES (Barcelona) Tel. 660 666 999 - ext.1307 Fax 20328742 - 001

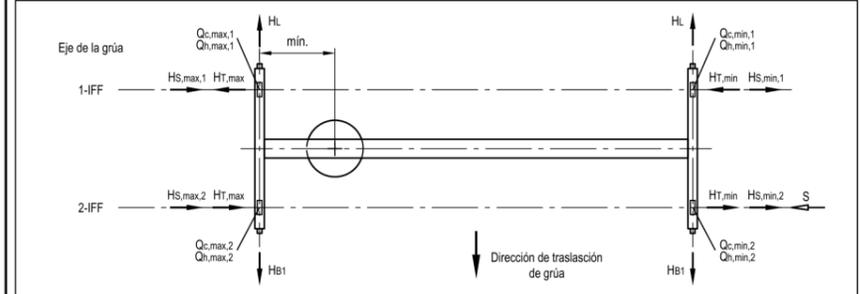
Grúa ELK

ABUS

Responsable: Ocaña,D. Datum: 21/04/2023

Datos de carga de conformidad con DIN EN 1991-3

Clasificación de grúas	S3 (para el certificado del soporte de la vía de grúa)				
Coeficientes dinámicos ψ_i :					
ψ_1	1,10	Aceleración que actúa sobre la masa de la grúa por elevación y gravitación			
ψ_2	1,10	Inercia y gravitación en la elevación de una carga sin impedimentos desde el suelo			
ψ_3	1,00	Inercia y gravitación en el desprendimiento repentino de una parte de la carga en elevación			
ψ_4	1,00	Cargas por traslación superando irregularidades			
$\psi_{5,Kr}$	1,80	Cargas por aceleración de los accionamientos de traslación de grúa			
$\psi_{6,dyn}$	1,05	Carga dinámica de ensayo			
$\psi_{6,stat}$	1,00	Carga estática de ensayo			
$\psi_{7,Kr}$	1,25	Cargas por fuerzas de tope			
Efectos de la carga y proporciones de fuerzas relevantes:					
Cargas por rueda (vertical)	Proporción de fuerza por masa de la grúa y del (de los) carro(s) por cada eje de grúa	$Q_{c,min,1}$	19,0	$Q_{c,max,1}$	23,2 [kN]
		$Q_{c,min,2}$	19,2	$Q_{c,max,2}$	23,6 [kN]
	Proporción de fuerza por masa de la carga de elevación por eje de grúa	$Q_{h,min,1}$	2,8	$Q_{h,max,1}$	58,9 [kN]
		$Q_{h,min,2}$	2,8	$Q_{h,max,2}$	58,9 [kN]
Cargas laterales (horizontal)	Fuerza por aceleración de la grúa con carga de elevación (fuerza de masa)	HT_{min}	2,0	HT_{max}	7,7 [kN]
	Fuerza de traslación oblicua (Coeficiente de adherencia <= 0,3)	S			23,8 [kN]
	Fuerza horizontal por traslación oblicua por eje de grúa	$HS_{min,1}$	0,0	$HS_{max,1}$	0,0 [kN]
		$HS_{min,2}$	5,0	$HS_{max,2}$	18,8 [kN]
Cargas longitudinales (horizontal) (por soporte de vía de grúa)	Fuerza por aceleración de la grúa con carga de elevación (fuerza de masa)	HL			2,4 [kN]
	Fuerza de presión de choque (fuerza final) (Limitador de movimiento incluido)	HB1			20,4 [kN]



El dibujo muestra la situación de traslación de grúa para generación de las cargas mínimas y máximas. La situación de traslación de grúa determinante puede variar según la versión de la grúa (dirección de traslación, posición del carro y/o medio de guía).

Todas las influencias de carga son partes de fuerza estática característica y deben añadirse con su correspondiente coeficiente dinámico ψ_i .

Tolerancias de vía de grúa DIN EN 1090-2, clase tolerancia 2

Tolerancia de centro de rodadura de los carriles de grúa +/- 6.5 mm

ABUS Grúas S.L.U. P.I. La Gavarra C/ Castellar 9 8540 CENTELLES (Barcelona) Tel. 660 666 999 - ext.1307 Fax 20328742 - 001

Grúa ELK

ABUS

Responsable: Ocaña,D. Datum: 21/04/2023

ABUS Grúas S.L.U. P.I. La Gavarra C/ Castellar 9 8540 CENTELLES (Barcelona) Tel. 660 666 999 - ext.1307 Fax 2118806 - 011

Grúa ELK

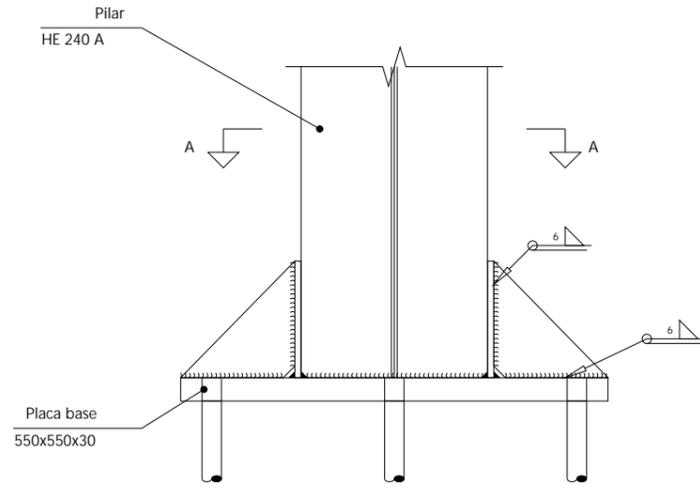
ABUS

Responsable: Ocaña,D. Datum: 21/04/2023

Titulo del plano: Puente grúa		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 27	Escala:	Unidad dimensional:	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



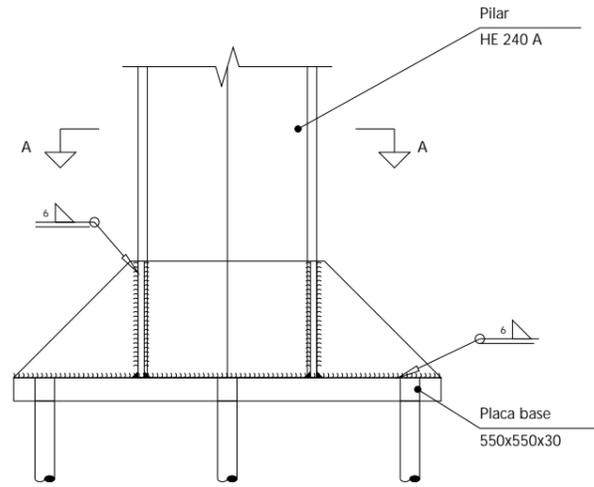
Rigidizadores x - x (e = 8 mm)



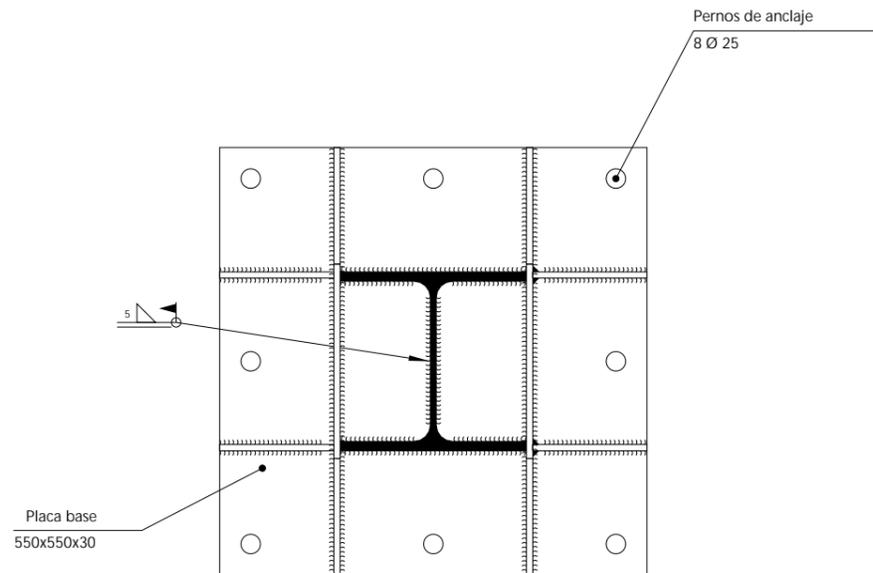
Alzado



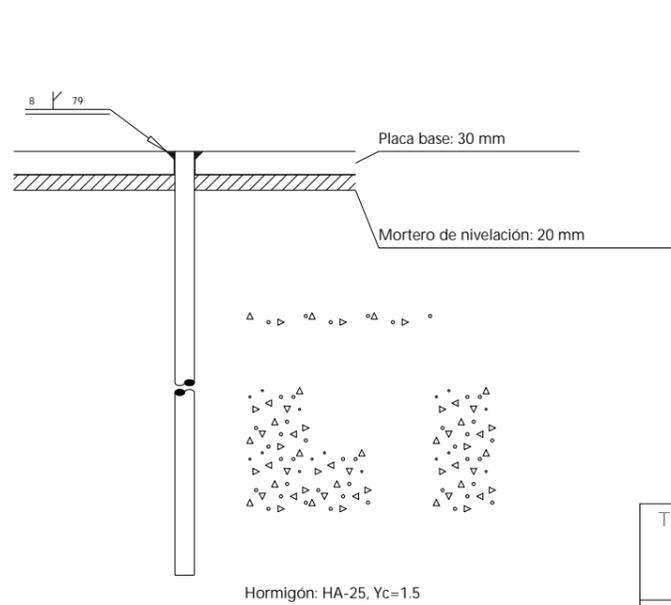
Rigidizadores y - y (e = 8 mm)



Vista lateral



Sección A - A

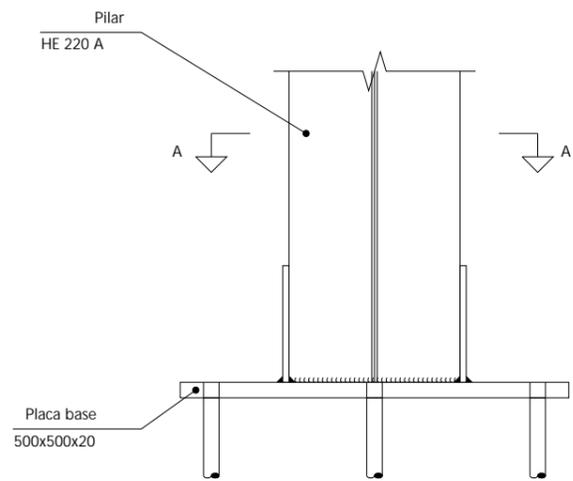


Anclaje de los pernos Ø 25,
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)

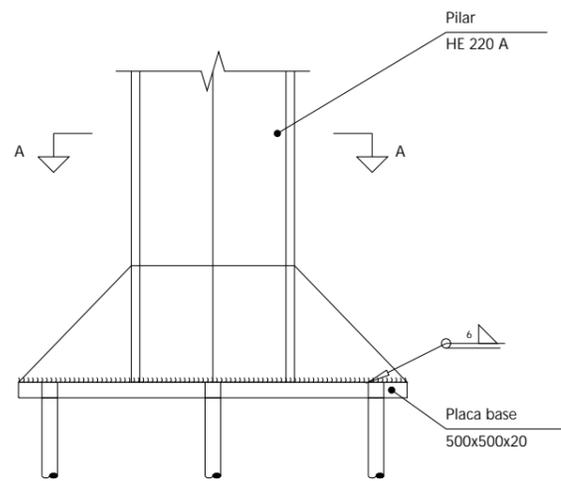
Título del plano: Unión tipo 1		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 28	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



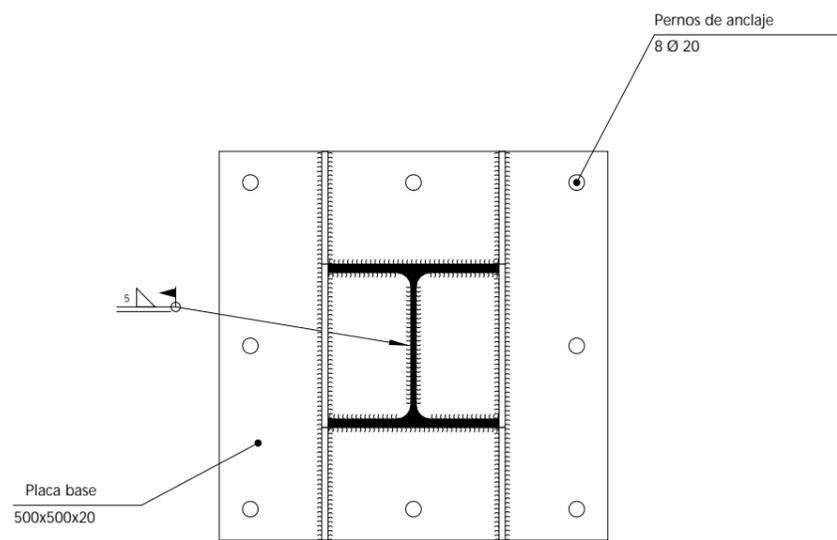
Rigidizadores y - y (e = 8 mm)



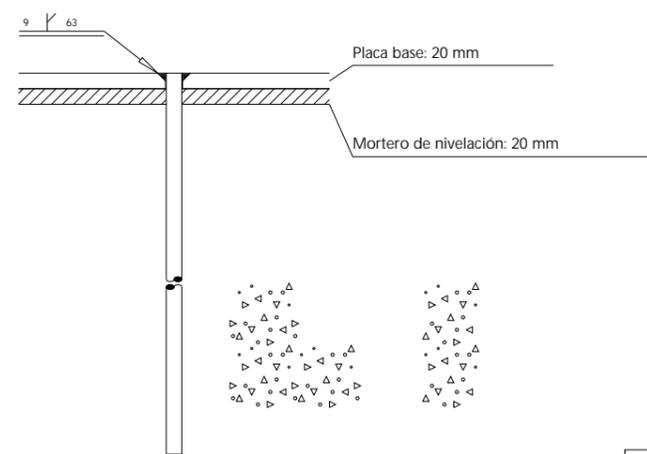
Alzado



Vista lateral



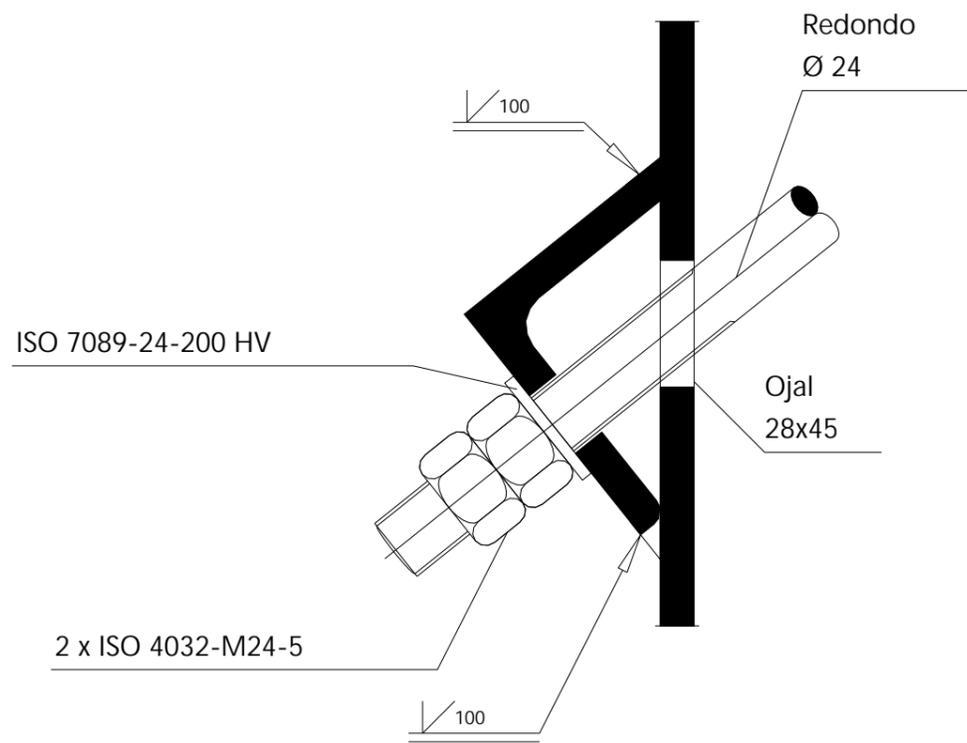
Sección A - A



Hormigón: HA-25, Yc=1.5

Anclaje de los pernos Ø 20,
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)

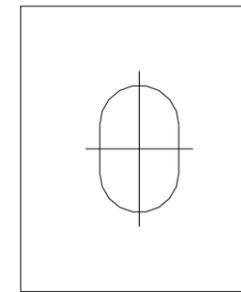
Título del plano: Unión tipo 2		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 29	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



Sección transversal

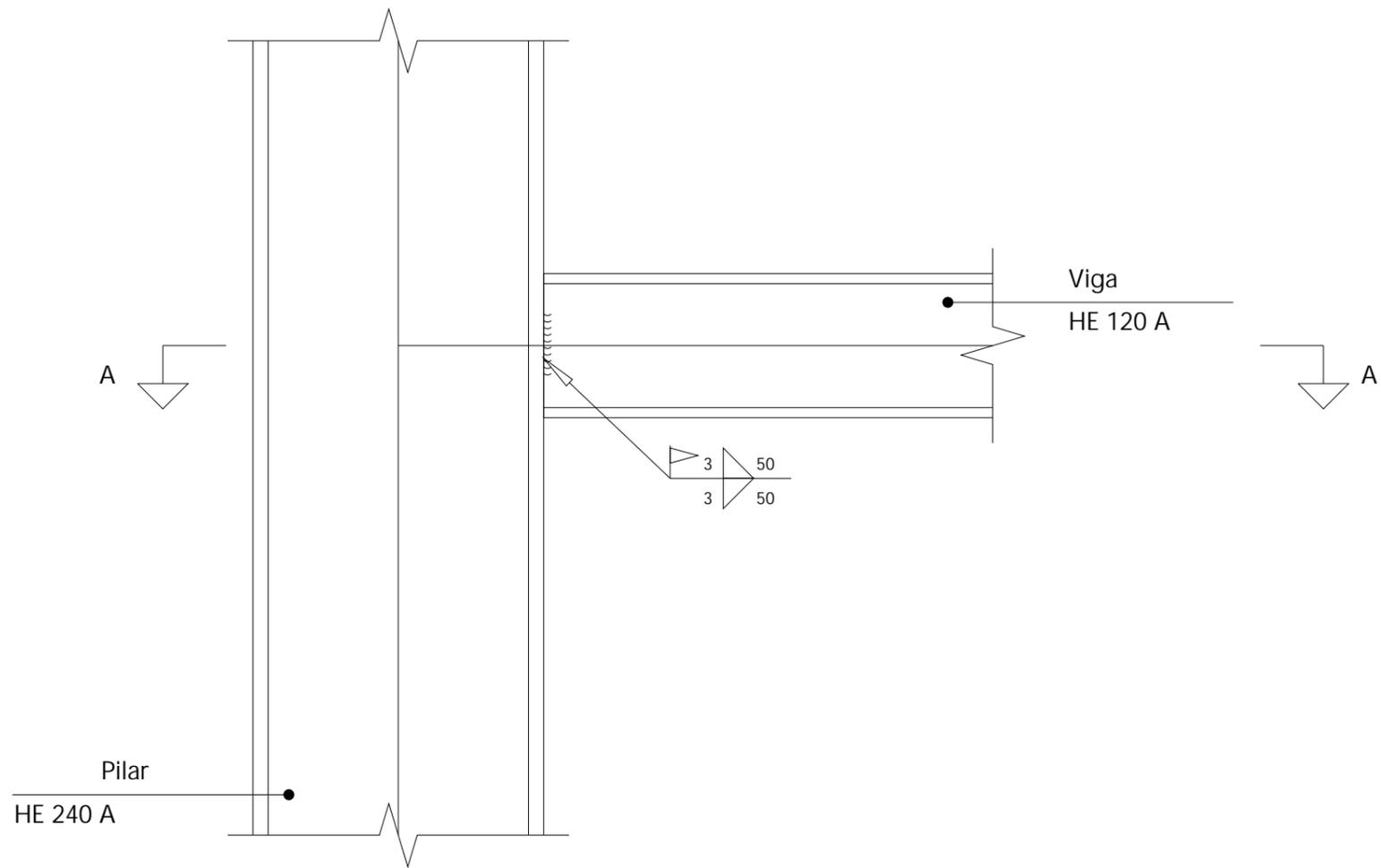


L100x12

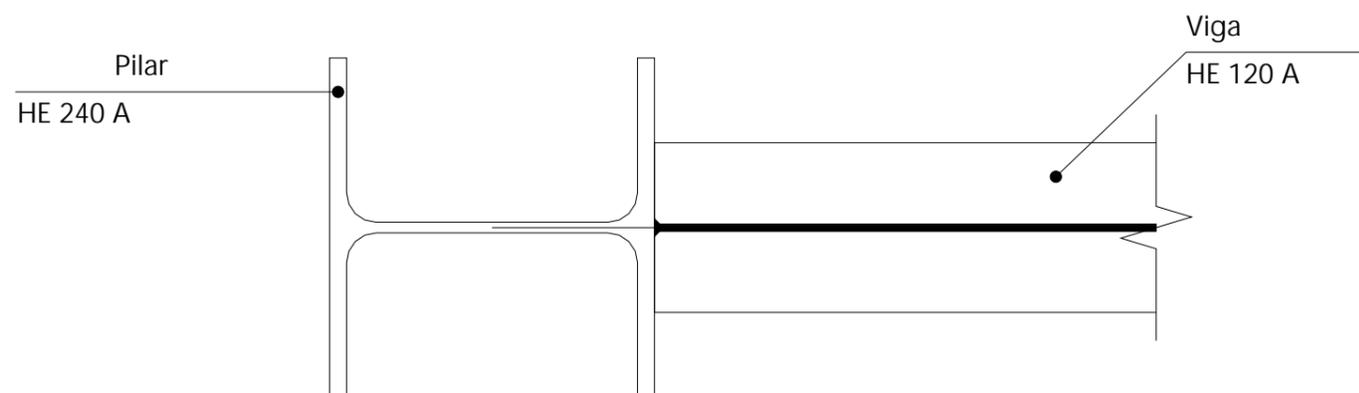


Detalle del ojal

Titulo del plano: Unión tipo 3		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 30	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

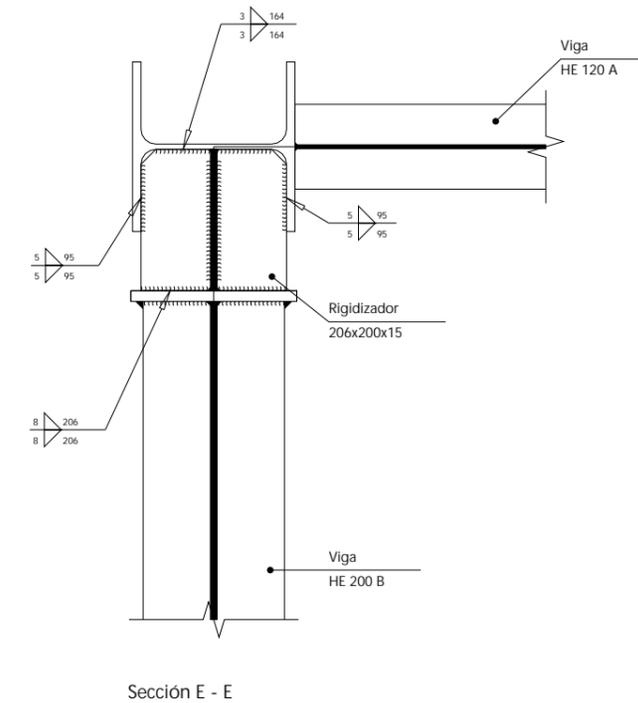
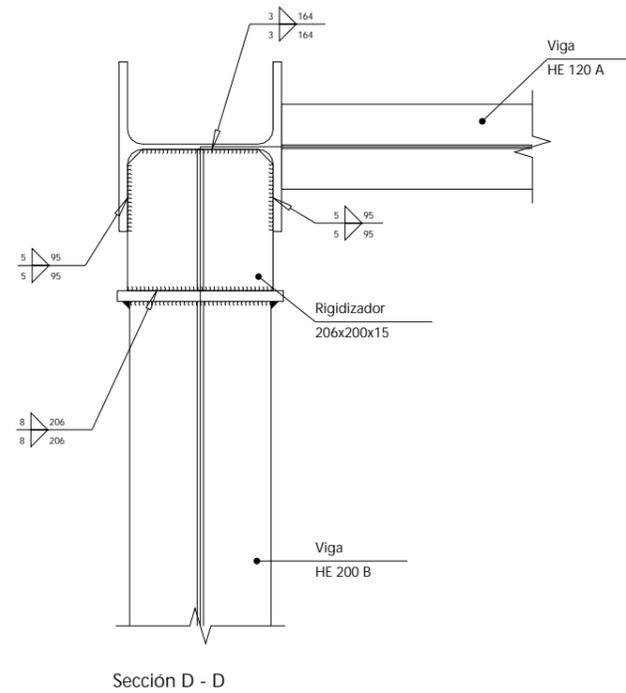
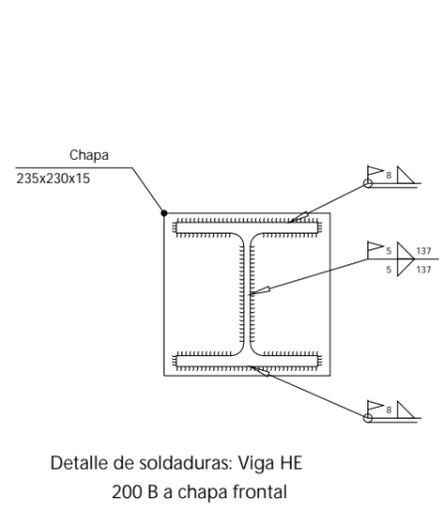
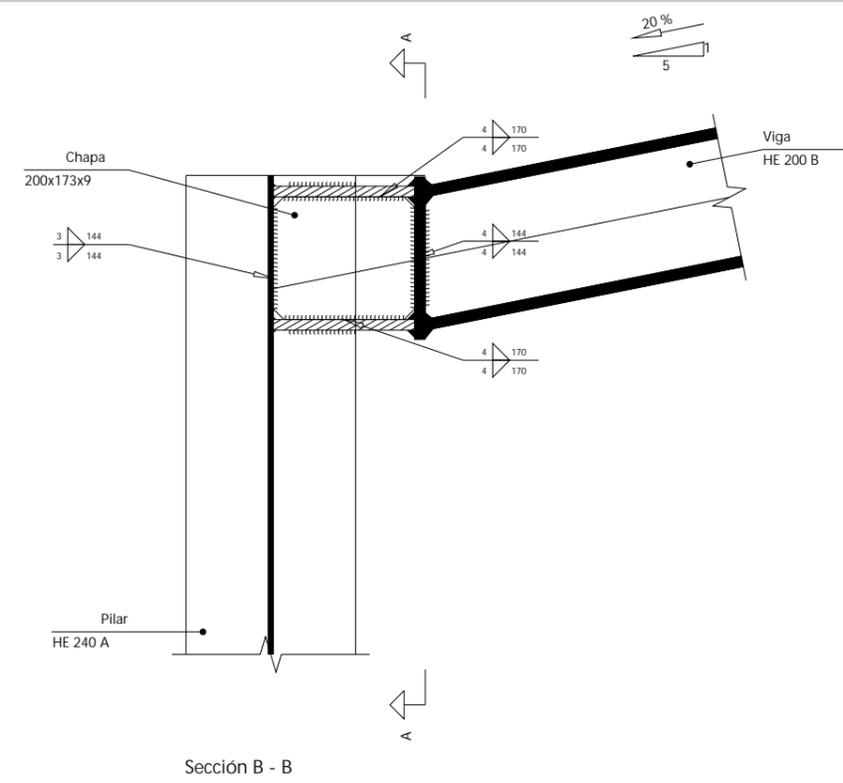
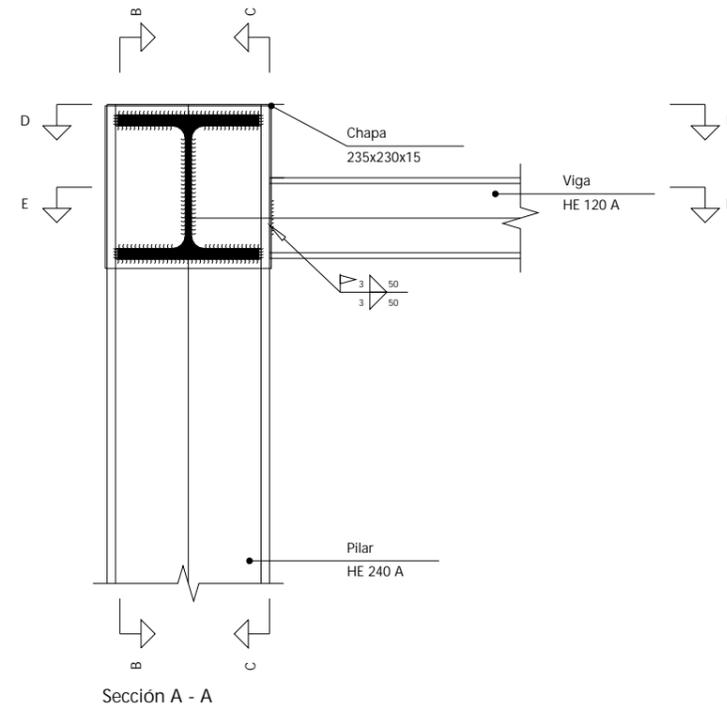
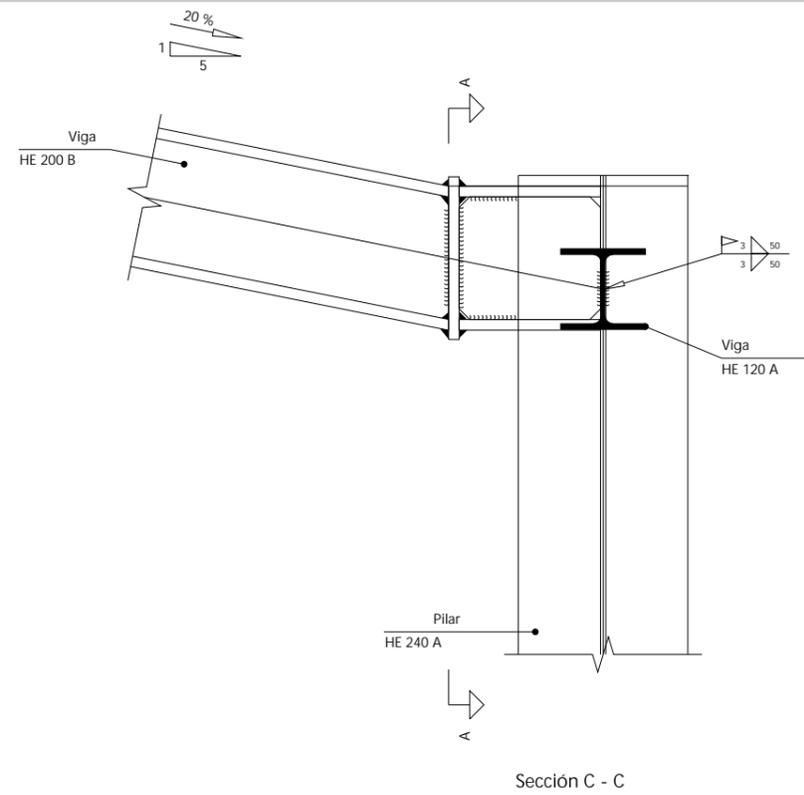


Alzado

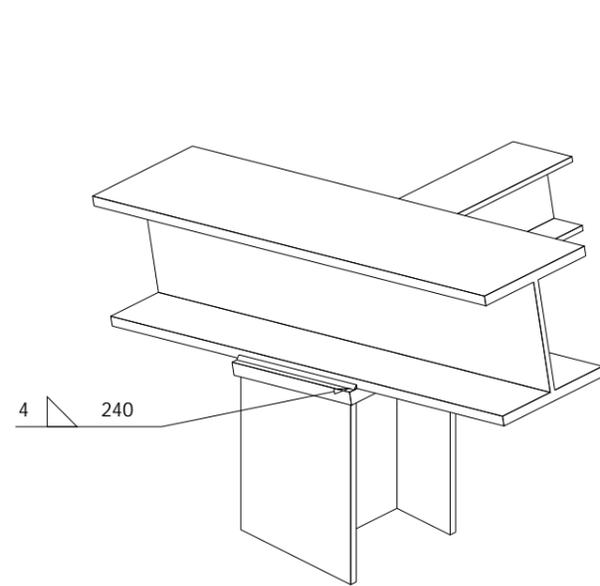


Sección A - A

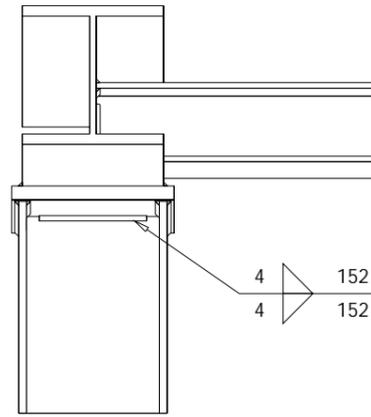
Titulo del plano: Unión tipo 4		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 31	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



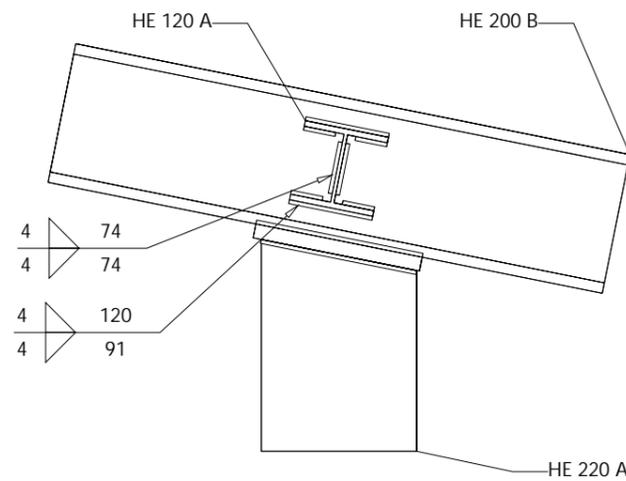
Título del plano: Unión tipo 5		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 32	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



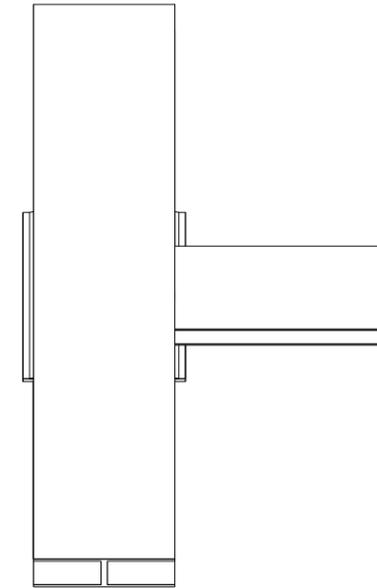
Vista 3D
Escala 1:10



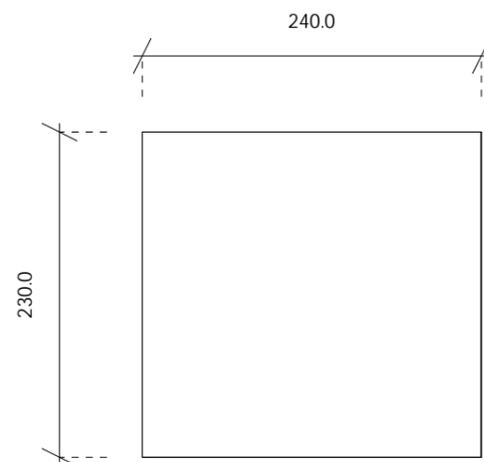
Alzado
Escala 1:10



Perfil
Escala 1:10

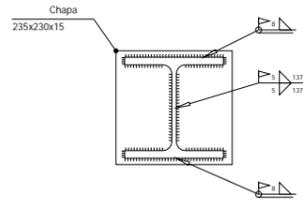


Planta
Escala 1:10

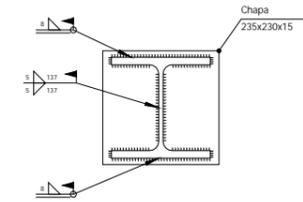


PLACA1 (e = 20.0 mm)
Escala 1:5

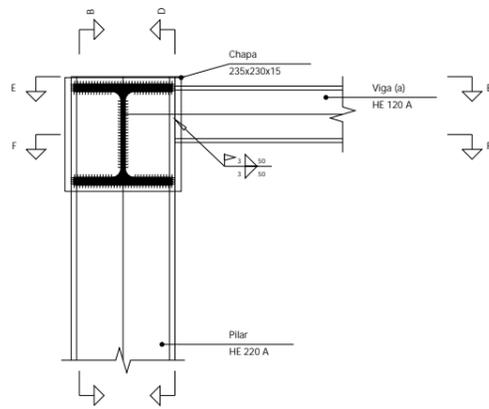
Titulo del plano: Unión tipo 6		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 33	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



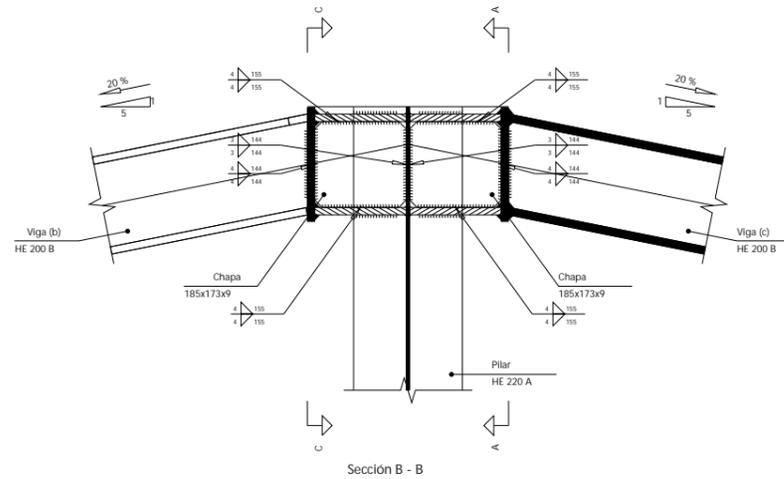
Detalle de soldaduras: Viga (c)
HE 200 B a chapa frontal



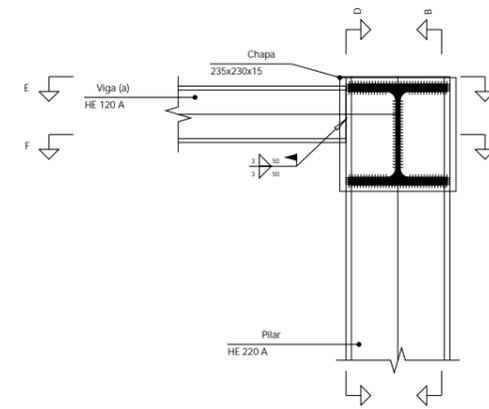
Detalle de soldaduras: Viga (b)
HE 200 B a chapa frontal



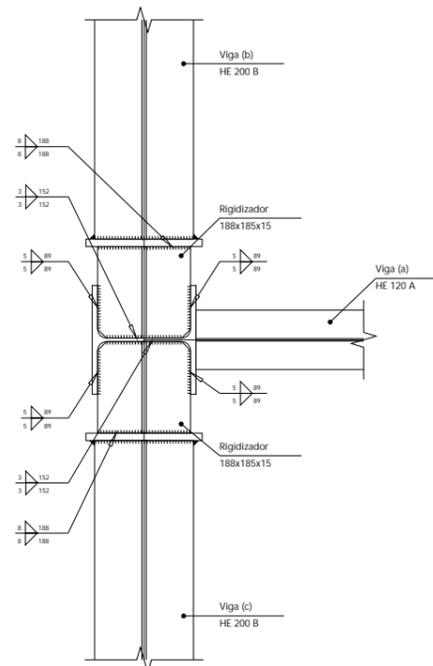
Sección A - A



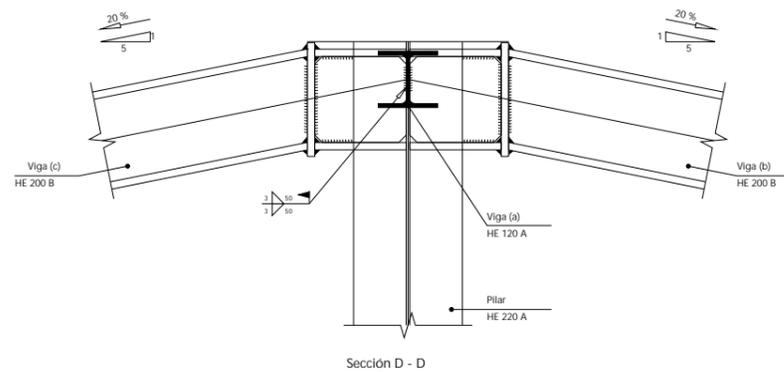
Sección B - B



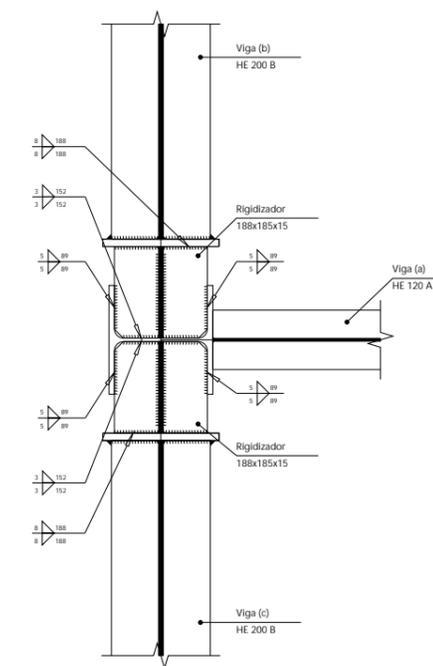
Sección C - C



Sección E - E

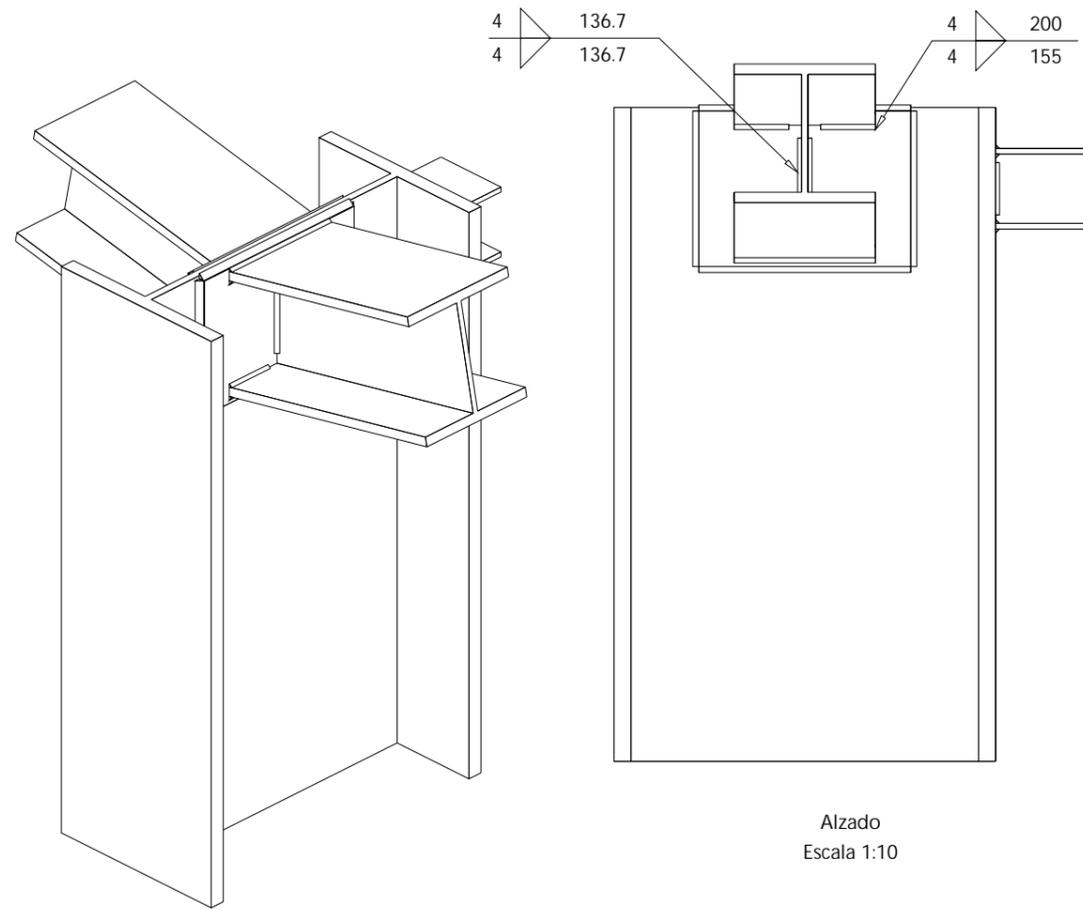


Sección D - D

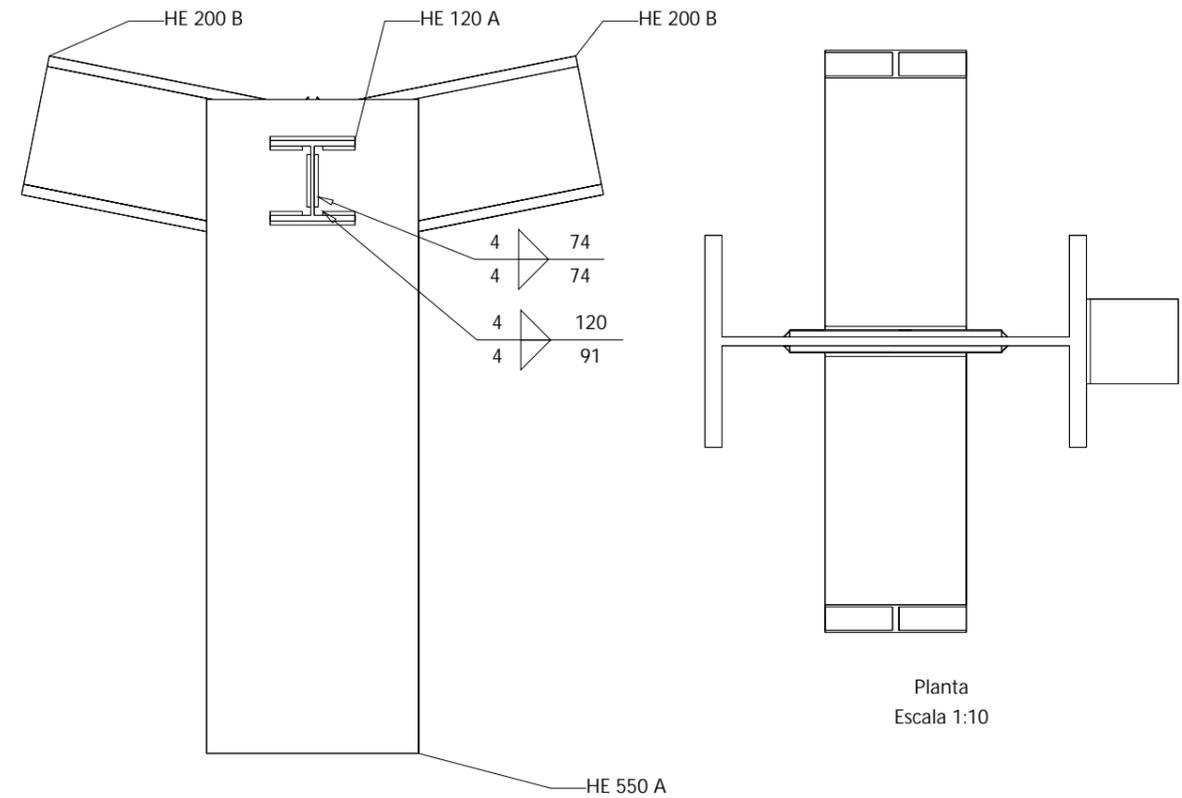


Sección F - F

Título del plano: Unión tipo 7		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 34	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



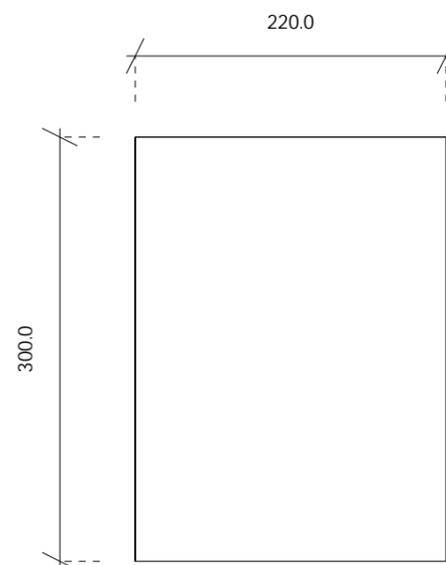
Alzado
Escala 1:10



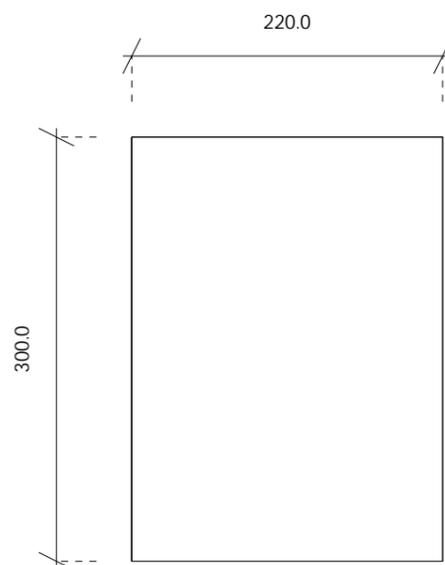
Perfil
Escala 1:10

Planta
Escala 1:10

Vista 3D
Escala 1:10

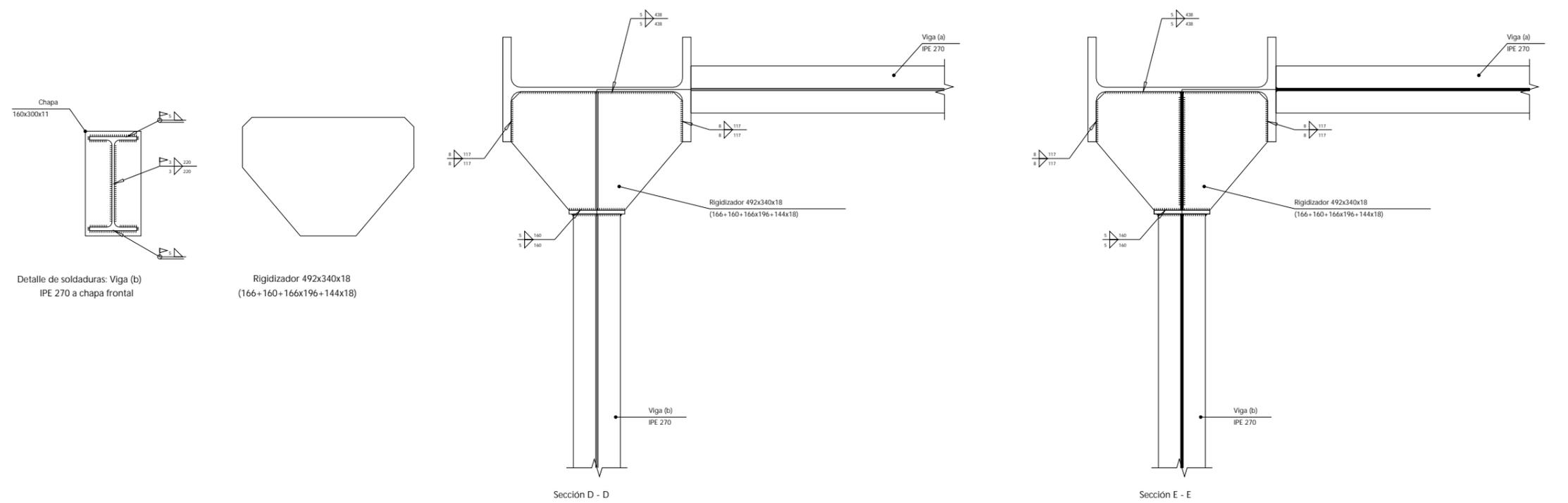
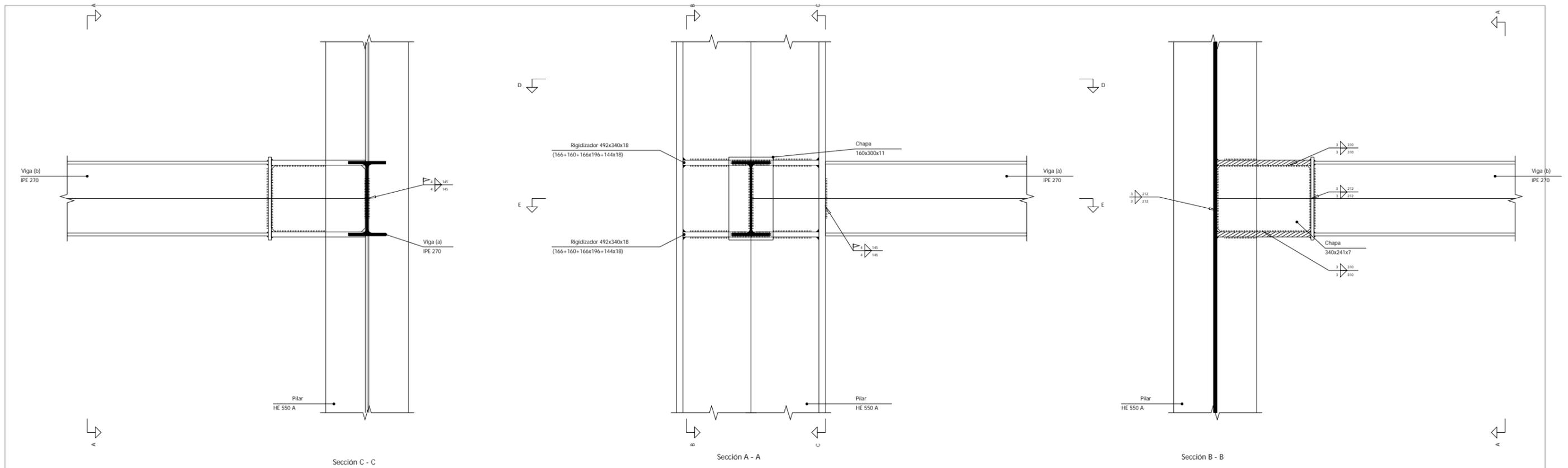


PLACA2 (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

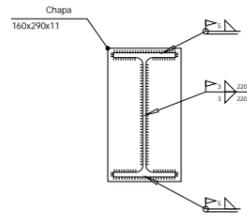


PLACA1 (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

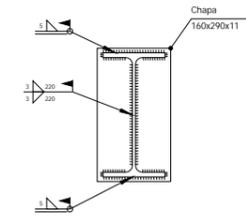
Título del plano: Unión tipo 8		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 35	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



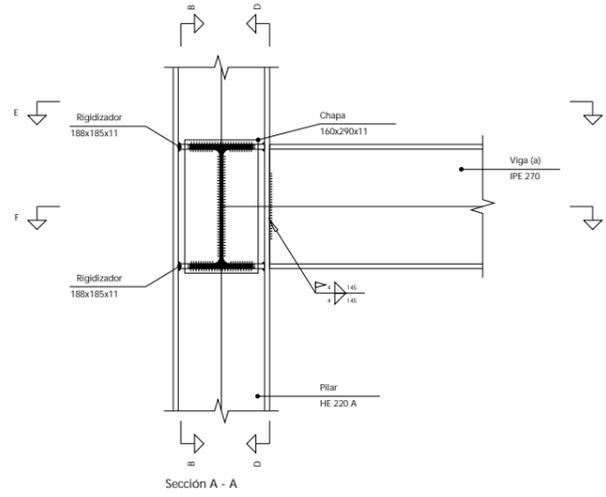
Título del plano: Unión tipo 9		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 36	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



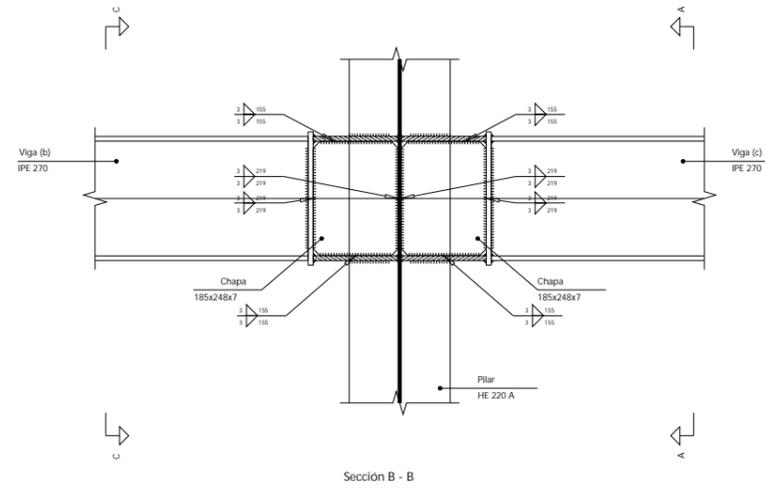
Detalle de soldaduras: Viga (c)
IPE 270 a chapa frontal



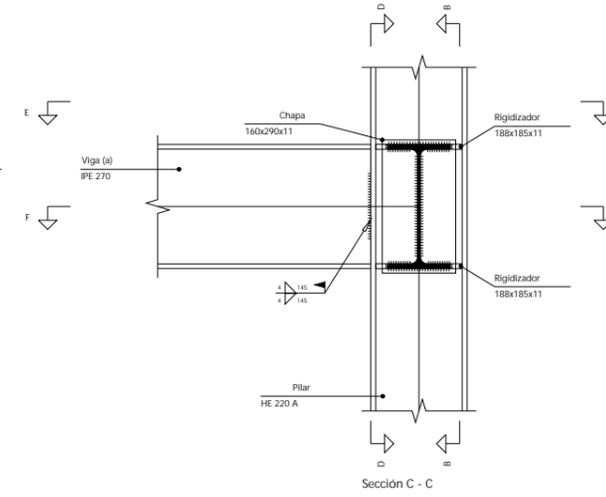
Detalle de soldaduras: Viga (b)
IPE 270 a chapa frontal



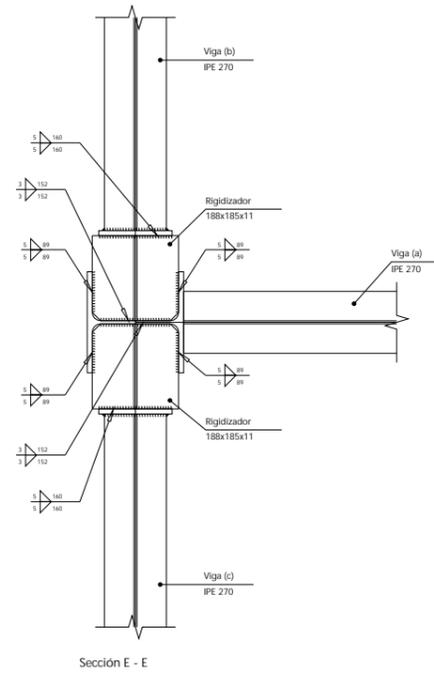
Sección A - A



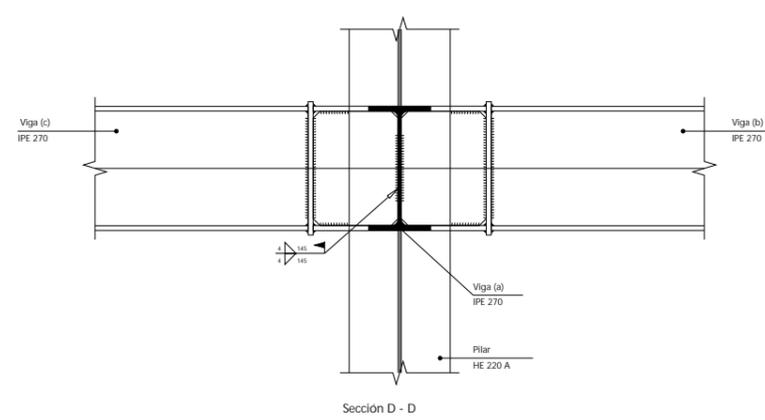
Sección B - B



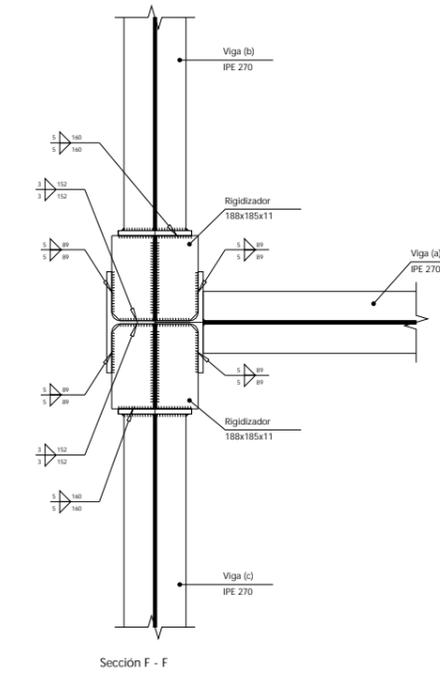
Sección C - C



Sección E - E

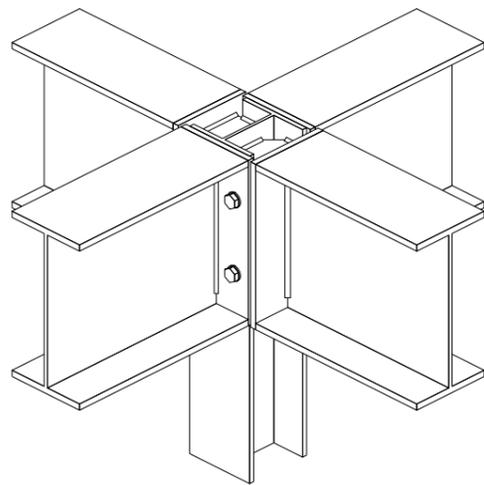


Sección D - D

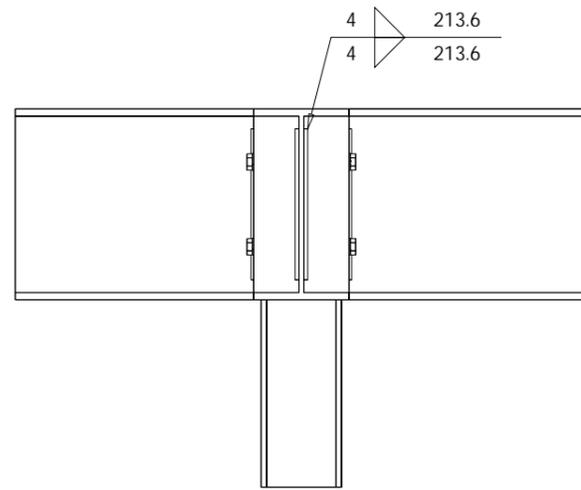


Sección F - F

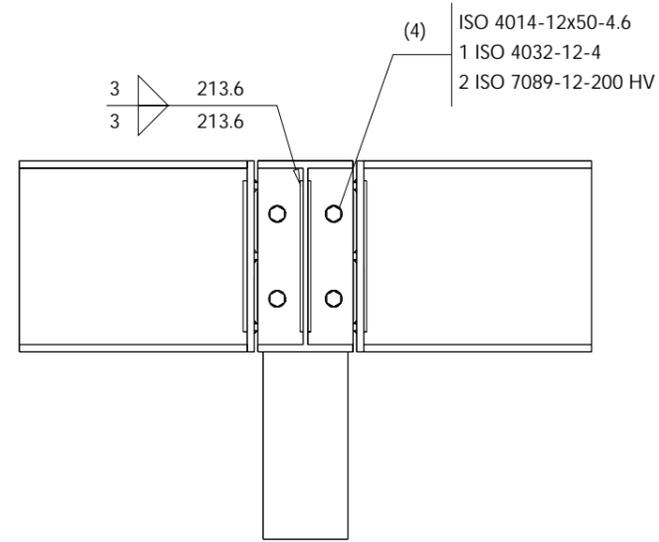
Título del plano: Unión tipo 10		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 37	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



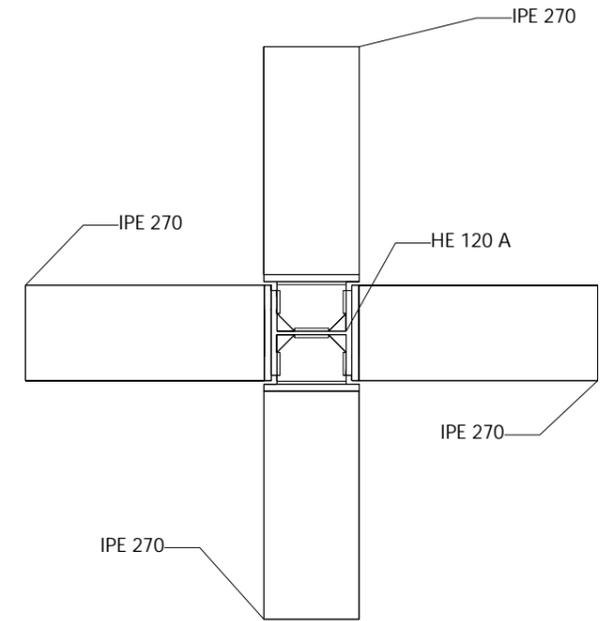
Vista 3D
Escala 1:10



Alzado
Escala 1:10

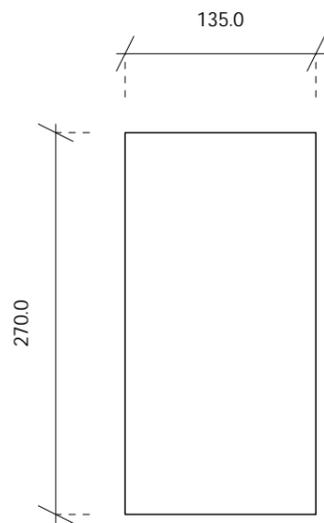


Perfil
Escala 1:10

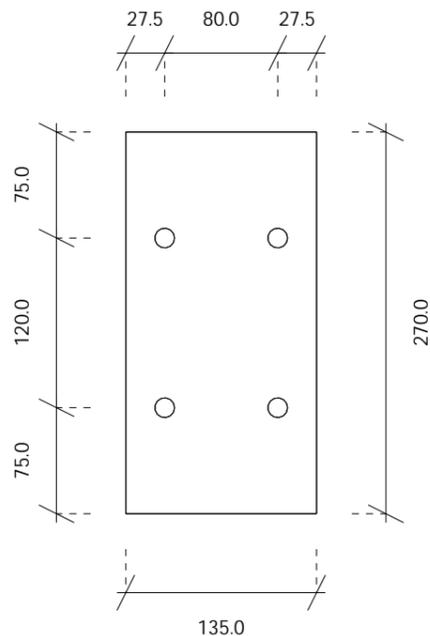


Planta
Escala 1:10

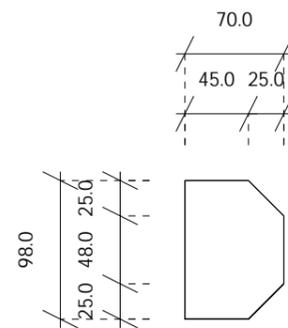
- (4) ISO 4014-12x50-4.6
- 1 ISO 4032-12-4
- 2 ISO 7089-12-200 HV



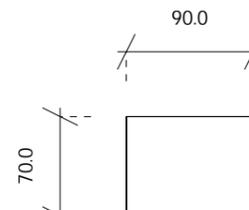
PLACA3 (e = 10.0 mm)
Escala 1:5



FRONTAL2 (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

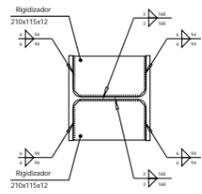


RIGIDIZADOR1 - 1a (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

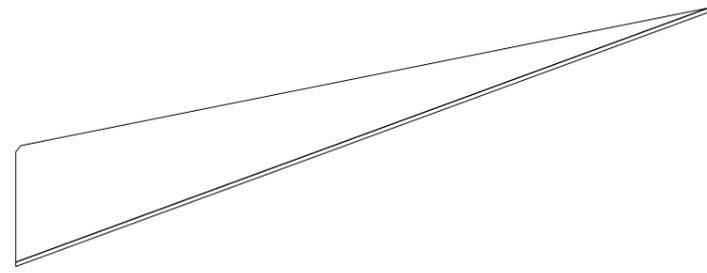


PLACA1 (e = 20.0 mm)
Escala 1:5

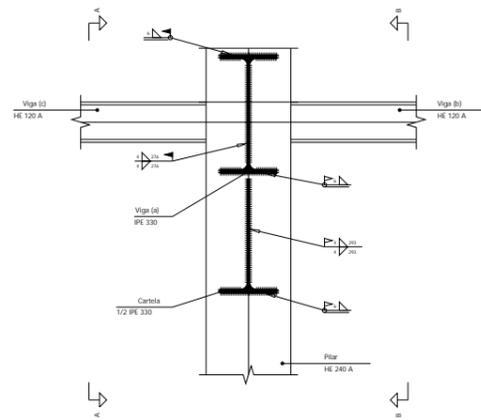
Titulo del plano: Unión tipo 11		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 38	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



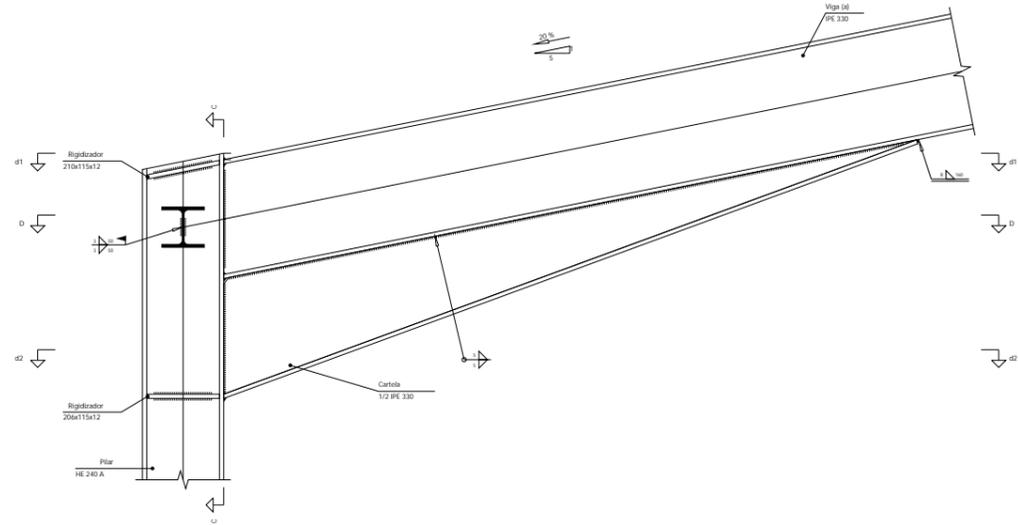
d1 Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 240 A



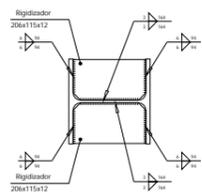
Detalle de la cartela (1/2 IPE 330)



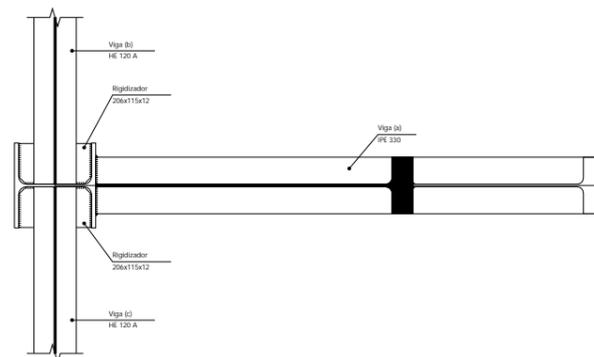
Sección C - C



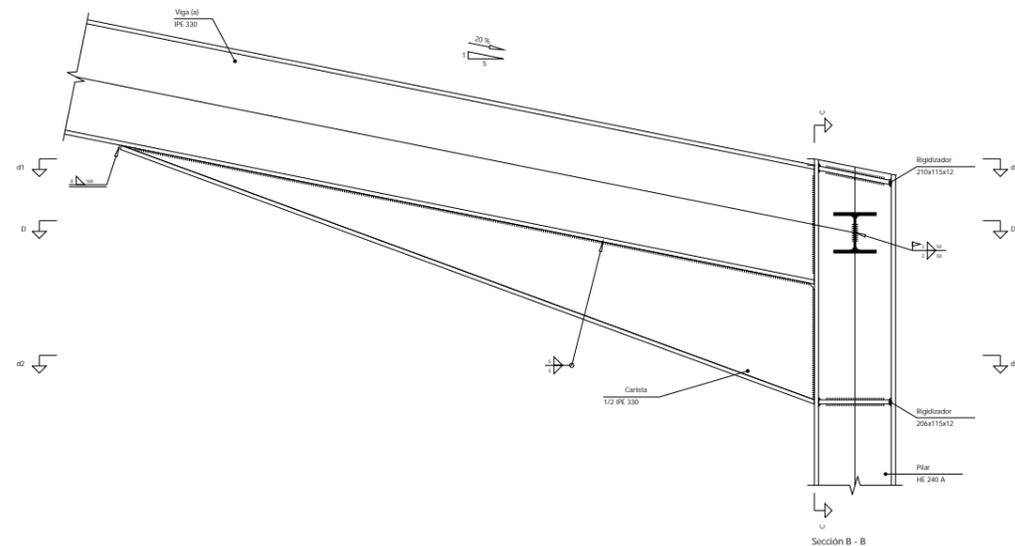
Sección A - A



d2 Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 240 A

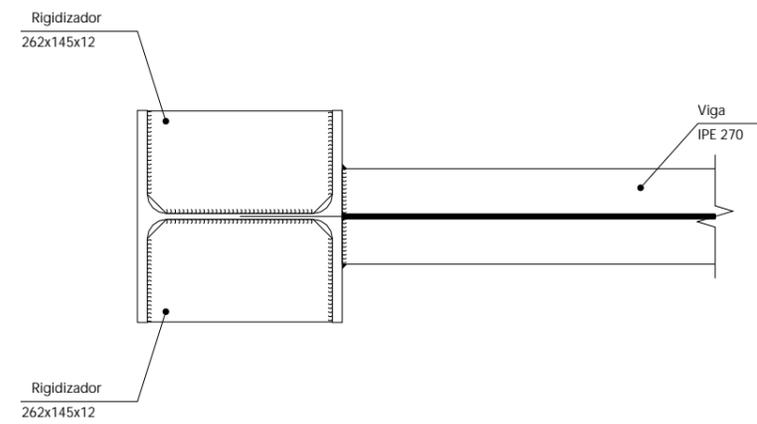
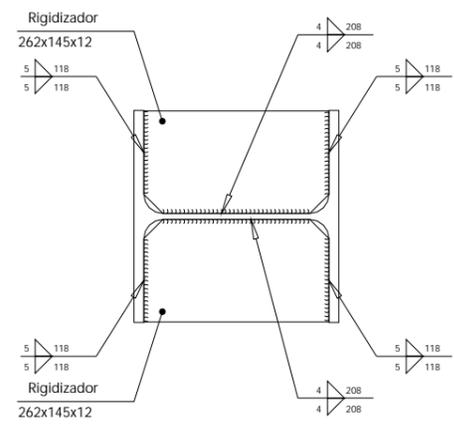
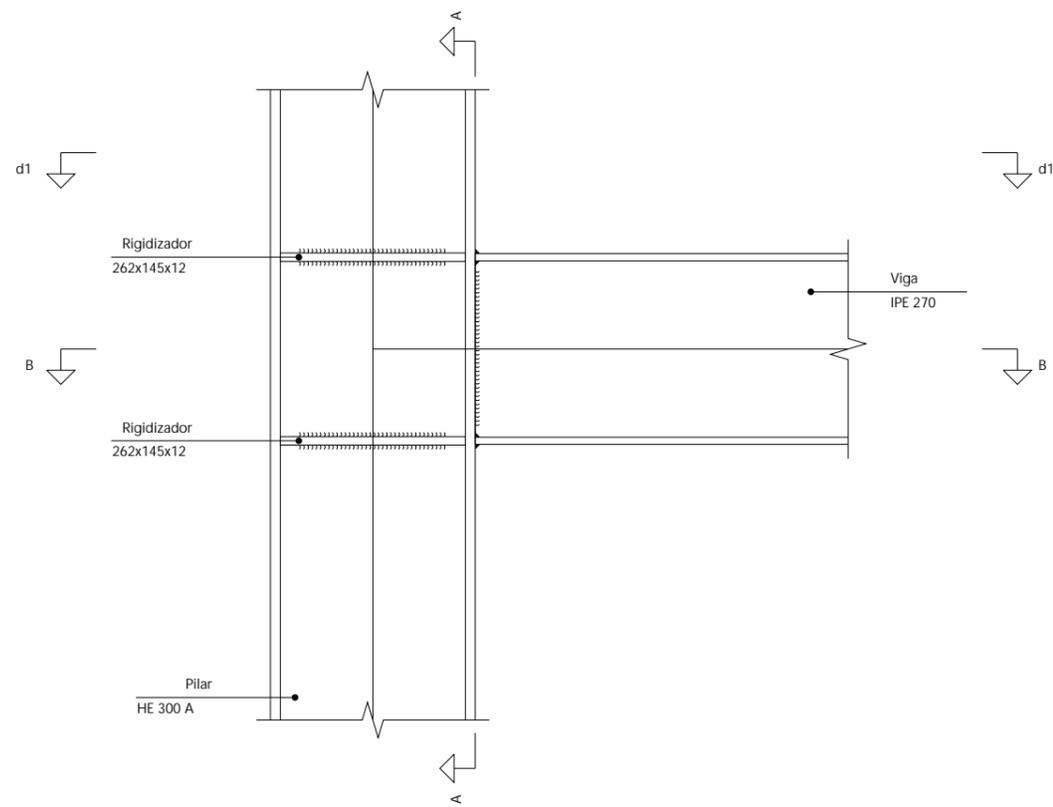
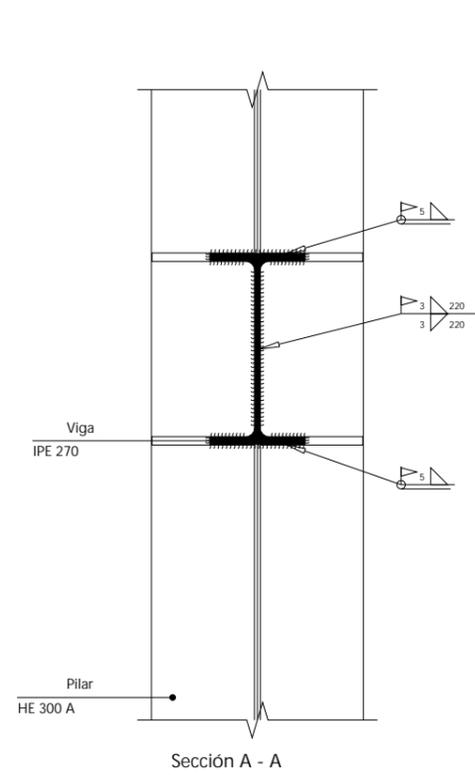


Sección D - D



Sección B - B

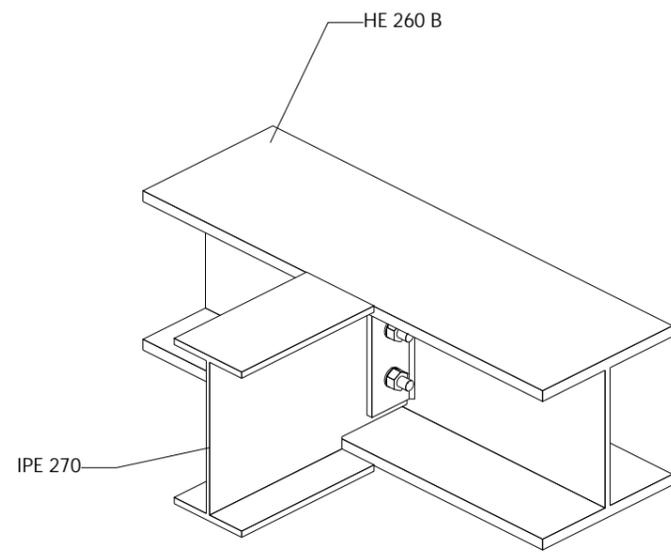
Titulo del plano: Unión tipo 12		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 39	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



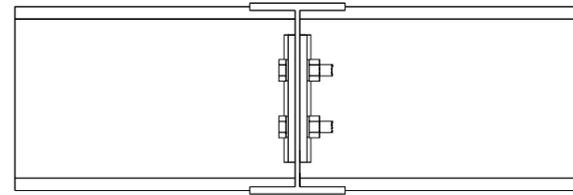
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar HE 300 A

Sección B - B

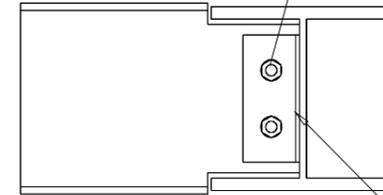
Titulo del plano: Unión tipo 13		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
nº: 40	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



Vista 3D
Escala 1:10



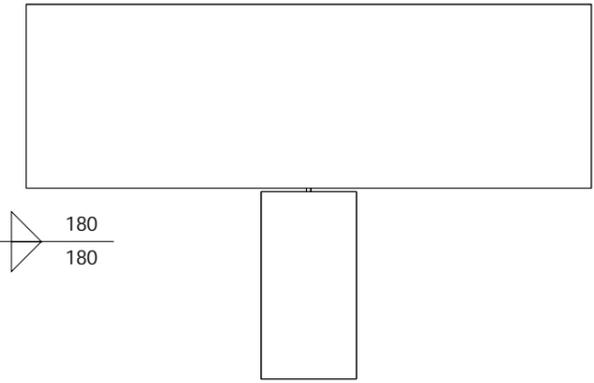
Alzado
Escala 1:10



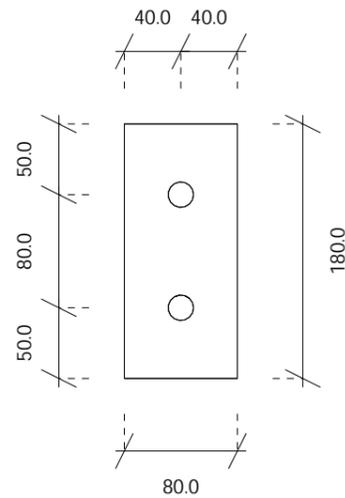
Perfil
Escala 1:10

- (2) ISO 4014-16x65-4.6
- 1 ISO 4032-16-4
- 2 ISO 7089-16-200 HV

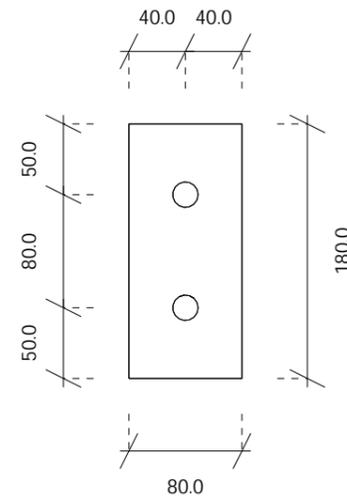
4 180
4 180



Planta
Escala 1:10

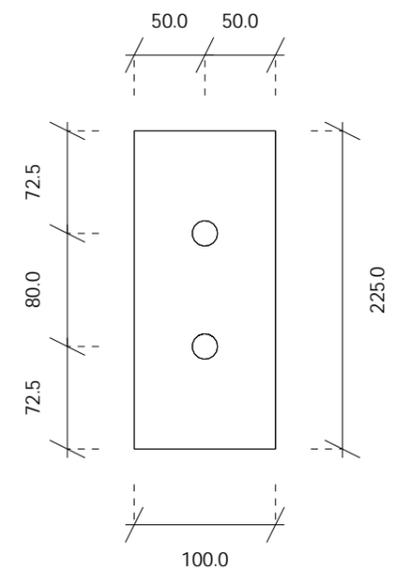
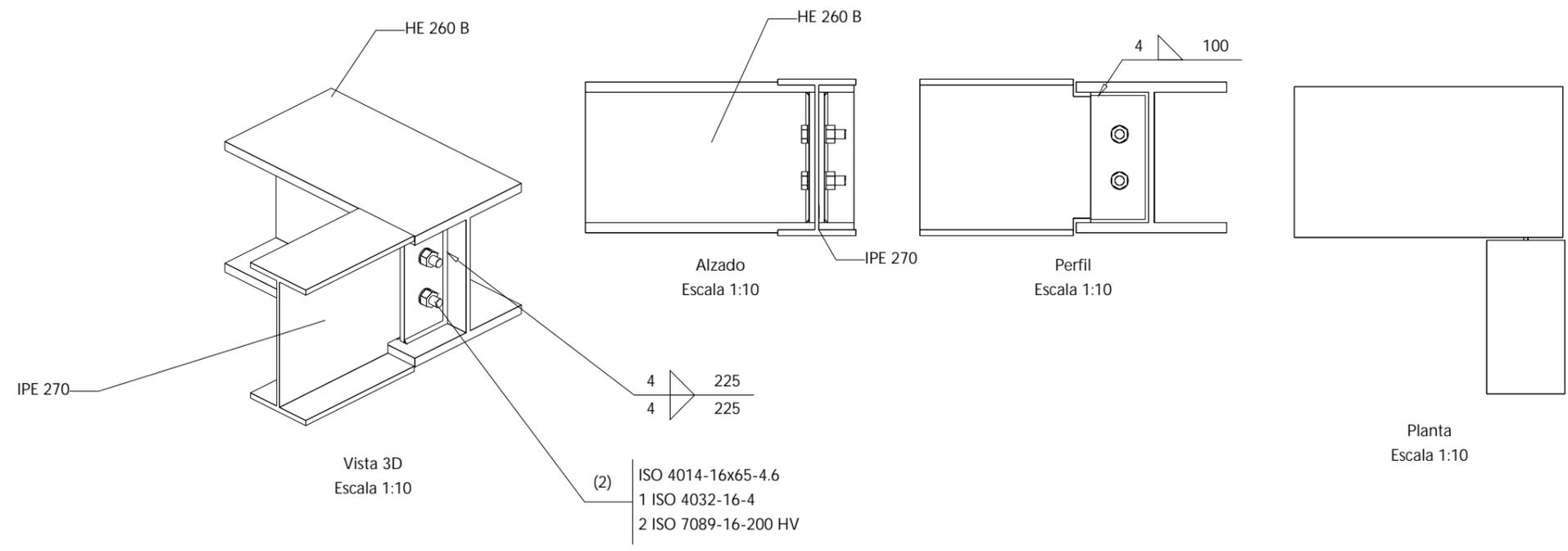


LATERAL1b (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

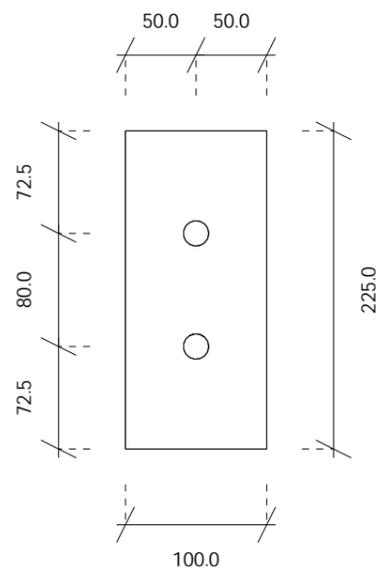


LATERAL1a (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

Titulo del plano: Unión tipo 14		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 41	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	



LATERAL1a (e = 10.0 mm)
Escala 1:5



LATERAL1b (e = 10.0 mm)
Escala 1:5

Titulo del plano: Unión tipo 15		Nombre del proyecto: Industrial Warehouse	
n°: 42	Escala:	Unidad dimensional: mm	Formato: A3
Creado por: María Pastor Santacreu		Fecha: 14/07/2023	
Comprobado por: José Manuel Portolés Flaj		Estado del proyecto: Original	

Capítulo VI. Manual de trabajo de flujo
BIM con herramientas de CYPE

Índice de manual de trabajo de flujo BIM con herramientas de CYPE

Introducción	6
1. Portal Frame Generation.....	7
2. CYPE 3D	13
3. StruBIM Steel.....	31
4. Open BIM Site	39
5. CYPE Architecture.....	47
6. Open BIM LayOut	54
7. CYPEFIRE.....	58
8. Arquímedes	70
BIM Server Center	78

Índice de ilustraciones del manual

Ilustración 1. Pórtico nuevo.....	8
Ilustración 2. Pórticos del proyecto.....	8
Ilustración 3. Datos generales de los pórticos.....	9
Ilustración 4. Sobrecarga de viento.....	10
Ilustración 5. Sobrecarga de nieve.....	10
Ilustración 6. Diseño de correas.....	11
Ilustración 7. Resultado correas.....	11
Ilustración 8. Comprobación correas.....	12
Ilustración 9. Exportación a CYPE 3D.....	12
Ilustración 10. Estructura inicial en CYPE 3D.....	13
Ilustración 11. Datos generales CYPE 3D.....	13
Ilustración 12. Tensiones admisibles del terreno.....	14
Ilustración 13. Sismo.....	15
Ilustración 14. Resistencia a fuego.....	16
Ilustración 15. Estados limite.....	16
Ilustración 16. Hipótesis adicionales.....	17
Ilustración 17. Sobrecarga grúa.....	18
Ilustración 18. Proceso constructivo.....	18
Ilustración 19. Descripción barras.....	19
Ilustración 20. Estructura final.....	20
Ilustración 21. Vinculación exterior.....	20
Ilustración 22. Articulación de barra.....	20
Ilustración 23. Flecha limite.....	21
Ilustración 24. Pandeo y pandeo lateral.....	21
Ilustración 25. Cargas sobre barras.....	22
Ilustración 26. Introducción de paños.....	23
Ilustración 27. Cálculo CYPE 3D.....	23
Ilustración 28. Comprobación barras.....	24
Ilustración 29. Pestaña de cimentación.....	25
Ilustración 30. Elementos de cimentación.....	25
Ilustración 31. Límites cimentación.....	26
Ilustración 32. Generación de zapatas y vigas.....	27
Ilustración 33. Dimensionado de cimentación.....	27
Ilustración 34. Listados CYPE 3D.....	28
Ilustración 35. Planos CYPE 3D.....	29

Ilustración 36. Exportación CYPE 3D.....	30
Ilustración 37. Importación a StruBIM Steel	31
Ilustración 38. Herramientas StruBIM Steel	32
Ilustración 39. Generación de uniones.....	32
Ilustración 40. Creación de unión individual	32
Ilustración 41. Unión no resuelta	33
Ilustración 42. Herramientas de unión	33
Ilustración 43. Placa unión	34
Ilustración 44. Unión ejemplo terminada.....	35
Ilustración 45. Resultados de la unión ejemplo.....	35
Ilustración 46. Planos de la unión ejemplo.....	36
Ilustración 47. Ejemplos de uniones de la nave	37
Ilustración 48. Listados y planos StruBIM Steel.....	38
Ilustración 49. Interfaz Open BIM Site.....	39
Ilustración 50. Parámetros generales Open BIM Site.....	40
Ilustración 51. Planos Open BIM Site	42
Ilustración 52. Estructura localizada en Open BIM Site.....	46
Ilustración 53. Imagen inicial en CYPE Architecture	47
Ilustración 54. Muestra de boceto	48
Ilustración 55. Interfaz de la ventana arquitectura	49
Ilustración 56. Resultado arquitectura	51
Ilustración 57. Interfaz de la ventana mobiliario.....	51
Ilustración 58. Resultado arquitectura junto a mobiliario	52
Ilustración 59. Edificio en emplazamiento	52
Ilustración 60. Zona exterior	53
Ilustración 61. Interfaz de Open BIM LayOut	54
Ilustración 62. Biblioteca de escenas	55
Ilustración 63. Sustitución de textos	56
Ilustración 64. Cajetín del proyecto.....	56
Ilustración 65. Planos	57
Ilustración 66. Interfaz CYPEFIRE.....	58
Ilustración 67. Opciones generales CYPEFIRE.....	59
Ilustración 68. Ocupación recintos en CYPEFIRE	60
Ilustración 69. Modelo BIM CYPEFIRE	60
Ilustración 70. Asignación de sectores de incendio.....	61
Ilustración 71. Cargas de fuego	62
Ilustración 72. Calculo de instalación contra incendios	62
Ilustración 73. Mensajes de error CYPEFIRE.....	63

Ilustración 74. Propiedades particiones	63
Ilustración 75. Propiedades vía de evacuación	64
Ilustración 76. Salida de evacuación.....	64
Ilustración 77. Dimensionar CYPEFIRE.....	65
Ilustración 78. Interfaz ventana presupuesto	67
Ilustración 79. Base de datos del proyecto	67
Ilustración 80. Ejemplo capítulo generador de precios	68
Ilustración 81. Listados CYPEFIRE	68
Ilustración 82. Planos de CYPEFIRE.....	69
Ilustración 83. Ventana Nº1 Arquímedes	70
Ilustración 84. Datos nuevo presupuesto.....	71
Ilustración 85. Selección del predimensionador	71
Ilustración 86. Configuración del generador de precios.....	72
Ilustración 87. Datos adicionales.....	73
Ilustración 88. Partidas del presupuesto	73
Ilustración 89. Capítulos Arquímedes.....	74
Ilustración 90. Subcapítulos Arquímedes	74
Ilustración 91. Añadir partida en Arquímedes	75
Ilustración 92. Medición vigas de atado.....	76
Ilustración 93. Medición de correas con formula.....	76
Ilustración 94. Medición capitulada de vigas	76
Ilustración 95. Interfaz BIM Server Center	78
Ilustración 96. Mis proyectos de BIM Server.....	79
Ilustración 97. Mi proyecto en BIM Server Center	80
Ilustración 98. Actualizar y compartir BIM Server	80
Ilustración 99. Actualizar aportaciones BIM.....	80
Ilustración 100. Compartir aportaciones BIM Server	81

Introducción

Para la ejecución y cálculo de este proyecto se han utilizado el conjunto de herramientas de CYPE Ingenieros. CYPE Ingenieros es una compañía española especializada en el desarrollo de software destinado al cálculo y diseño en los campos de la ingeniería y la arquitectura.

El software de CYPE Ingenieros abarca diversas áreas, como ingeniería civil, ingeniería estructural, arquitectura, eficiencia energética e instalaciones de edificios. Proporciona herramientas y soluciones para el análisis y diseño de estructuras, simulación energética, dimensionamiento de instalaciones y cálculo de protección contra incendios, entre otras funcionalidades.

Los profesionales utilizan los programas de CYPE Ingenieros para llevar a cabo proyectos. Estos programas permiten agilizar los procesos de diseño y cálculo, asegurando la seguridad y eficiencia en los proyectos.

Una parte fundamental del desarrollo de estos programas ha sido la implementación de la tecnología BIM. BIM es el acrónimo de Building Information Modeling, una metodología colaborativa que permite la creación y gestión de proyectos de construcción de manera eficiente. Esta metodología se basa en el modelado de información detallada de un edificio, abarcando aspectos relacionados con el diseño y el mantenimiento. El objetivo principal es evitar la pérdida de recursos y administrar de manera precisa el tiempo de construcción.

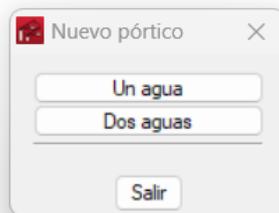
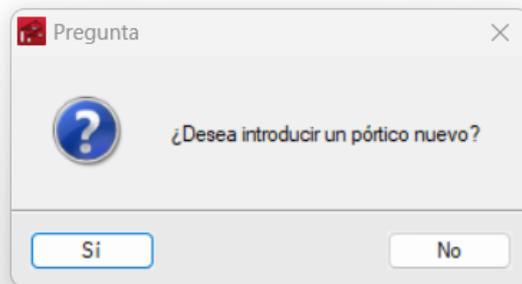
Los programas de CYPE trabajan de manera colaborativa con esta nueva tecnología y se han creado flujos de trabajo que gestionan los datos del proyecto durante todo su ciclo de vida.

A continuación, se va a exponer que programas se han utilizado para este proyecto en orden y como se ha desarrollado. Todos los datos que aparecen en las ilustraciones pertenecen a este trabajo, para conocer de donde provienen se debe consultar la memoria.

1. Portal Frame Generation

Portal Frame Generation es el primer paso para la creación de la estructura metálica. Permite crear la geometría de los pórticos rígidos y cerchas simples y múltiples, así como generar de manera automática las cargas de viento y nieve. También permite el dimensionado y optimizado de las correas metálicas de la cubierta y de los laterales de la fachada.

El primer paso es introducir los datos de la geometría de los pórticos:



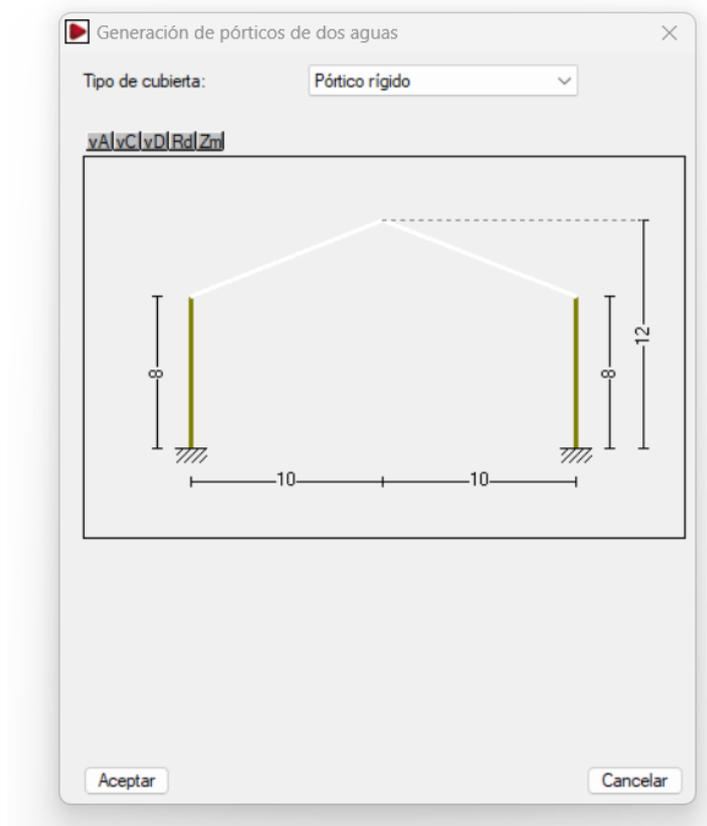


Ilustración 1. Pórtico nuevo

Una vez introducido el primer pórtico, se pueden añadir tantos pórticos quieras y pueden ser de diferente geometría. En este caso son cuatro pórticos de mismas dimensiones:

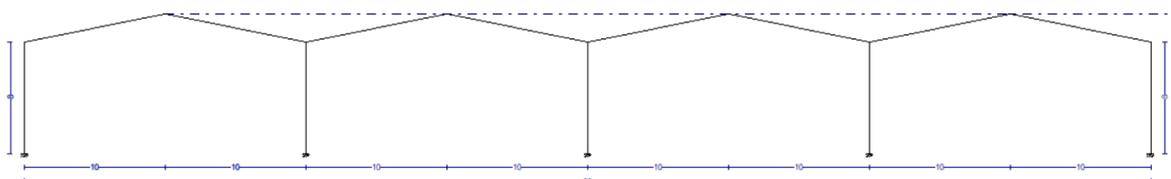


Ilustración 2. Pórticos del proyecto

Para el siguiente paso, se debe tener los datos generales del proyecto y añadirlos para poder calcular las cargas de viento y nieve. Se introduce el número de vanos y la separación entre pórticos y si va a haber una carga adicional a la del peso propio de la estructura.



Ilustración 3. Datos generales de los pórticos

Para el cálculo de la sobrecarga de viento y de nieve se necesita conocer los parámetros de la situación de la nave.



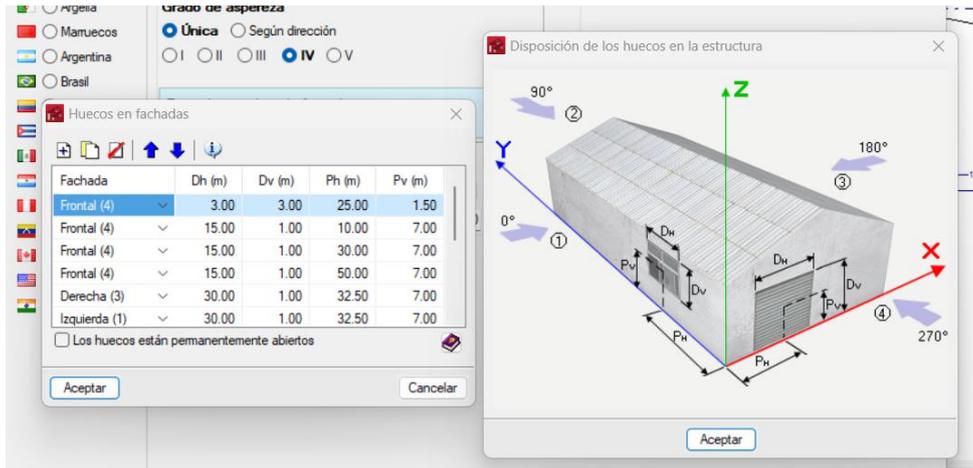


Ilustración 4. Sobrecarga de viento

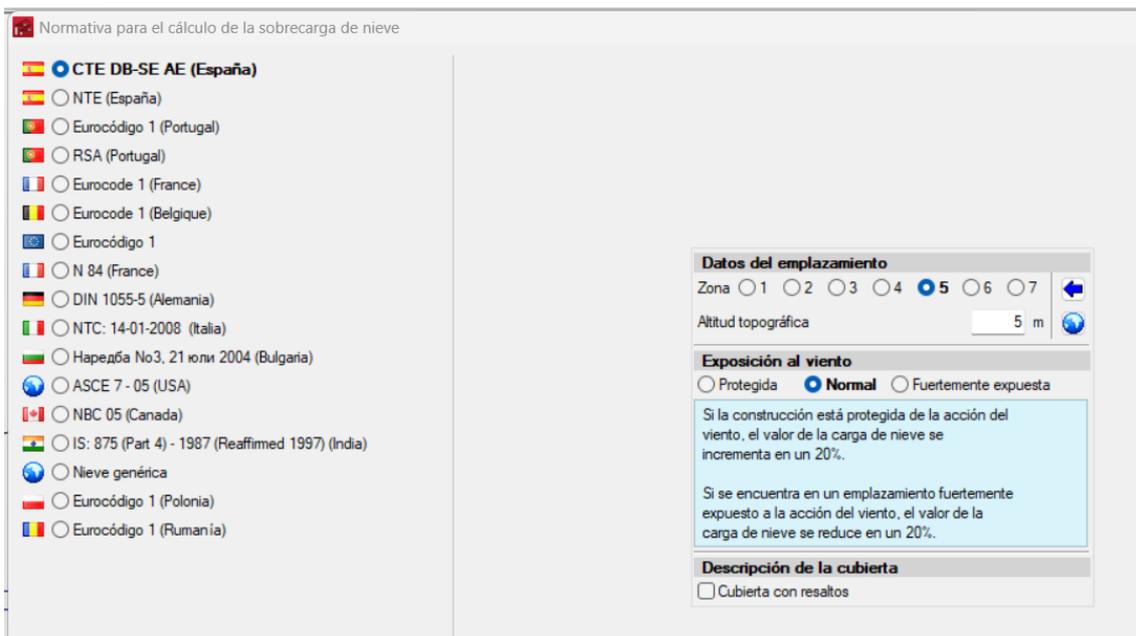
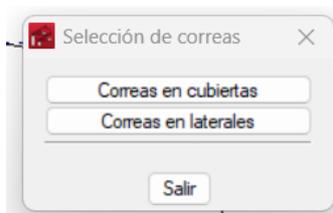


Ilustración 5. Sobrecarga de nieve

Con estos parámetros caracterizados, se continúa dimensionando las correas. En este caso se requiere solo de correas en cubierta.



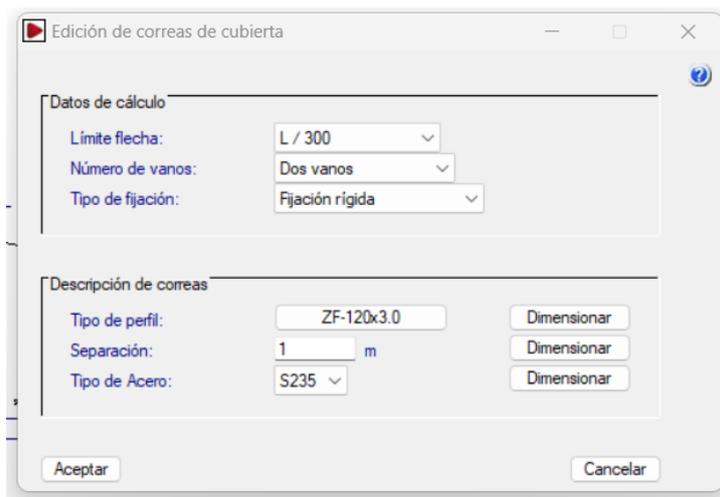


Ilustración 6. Diseño de correas

Se escogen los datos de cálculo y para la descripción de correas se realiza la siguiente estrategia: caracterizo dos de tres parámetros y el tercero se le da al botón de dimensionar, de tal manera que haga cumplir el resto de requisitos. En este caso, se ha requerido una separación determinada para un tipo de acero, y se ha escogido con qué serie de perfil se quería trabajar para dimensionarlo. El programa al dimensionar realiza tantas comprobaciones como tipos de perfil haya y muestra el porcentaje de aprovechamiento, de esa manera se optimiza el cálculo y se escoge el perfil más adecuado.

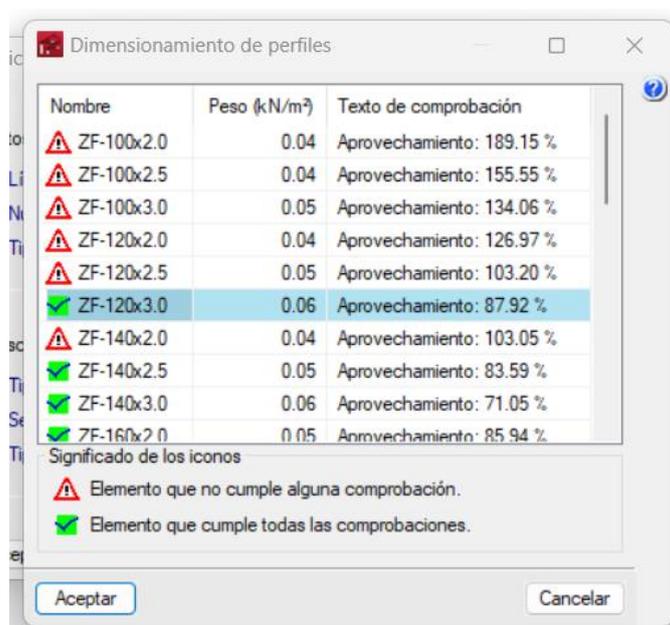


Ilustración 7. Resultado correas

Una vez escogido el tipo de perfil que se va a tener, se va a exportar al siguiente programa: CYPE 3D. Portal Frame Generator es el único que no está preparado para trabajar todavía con la tecnología BIM ya que su uso es más peculiar y tiene relación directa con CYPE 3D. La

exportación se realiza de manera que se abre CYPE 3D directamente con los pórticos ya dibujados. Hay que tener en cuenta que las correas ya no se van a exportar de manera que se puedan editar, si no que se transmiten de manera como si estuviesen, mediante los esfuerzos y también se transmite las cargas que se han introducido anteriormente junto a las de viento y nieve.

Para la exportación, se genera un cuadro resumen de las correas:

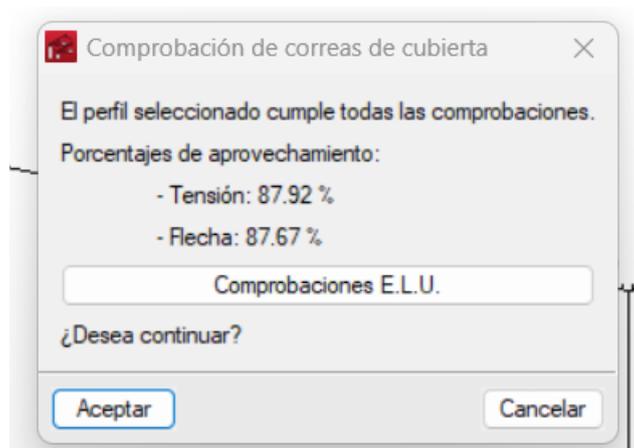


Ilustración 8. Comprobación correas

Y el programa pide para la exportación ciertos parámetros que van a servir para CYPE 3D, pero hay que tener en cuenta que estos parámetros se pueden editar más tarde.

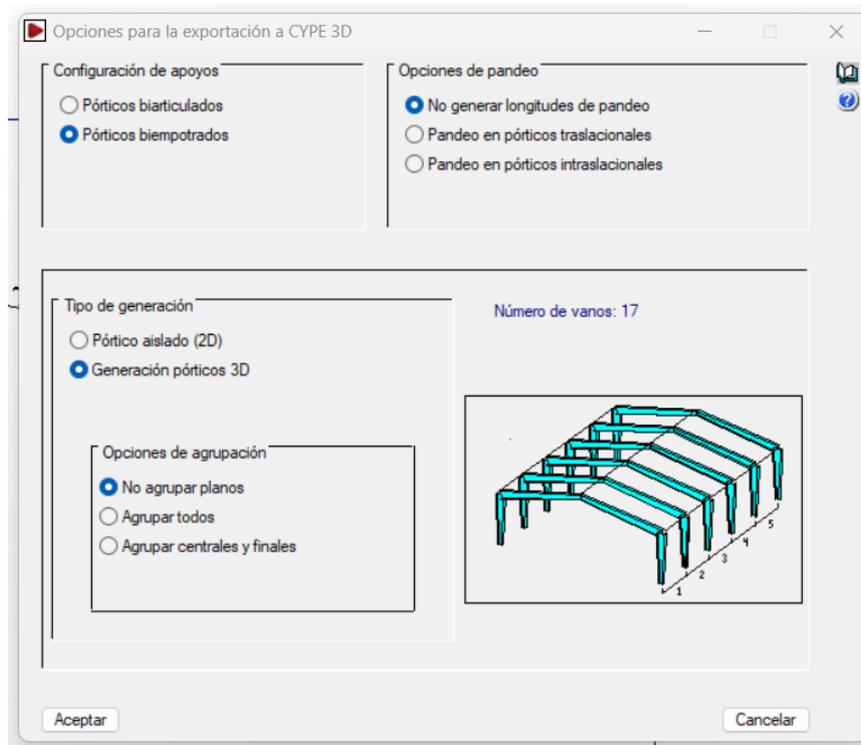


Ilustración 9. Exportación a CYPE 3D

2. CYPE 3D

CYPE 3D es un programa de cálculo y dimensionado de estructuras tridimensionales mediante barras de acero, aluminio y madera, considerando también la cimentación, el sistema de arrostramiento y tirantes que trabajan únicamente a tracción. Además, incluye el diseño de uniones y placas de anclaje específicas para estructuras metálicas.

En un primer momento se va a obtener la siguiente estructura:

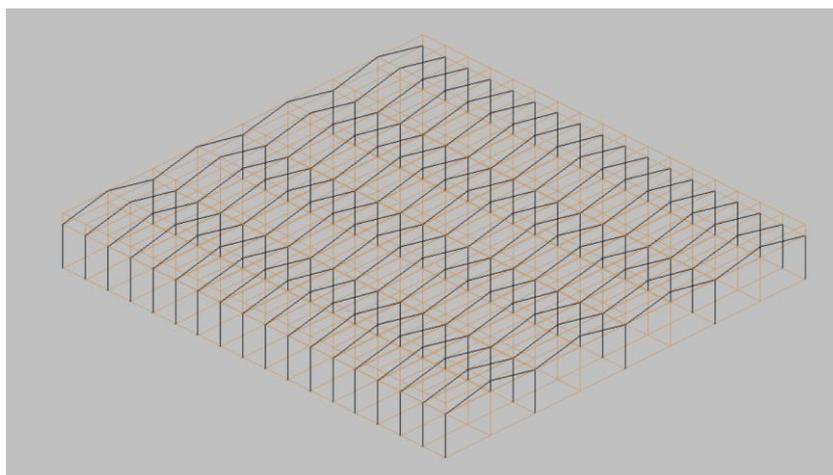


Ilustración 10. Estructura inicial en CYPE 3D

Y se va a tener que caracterizar los siguientes datos generales:

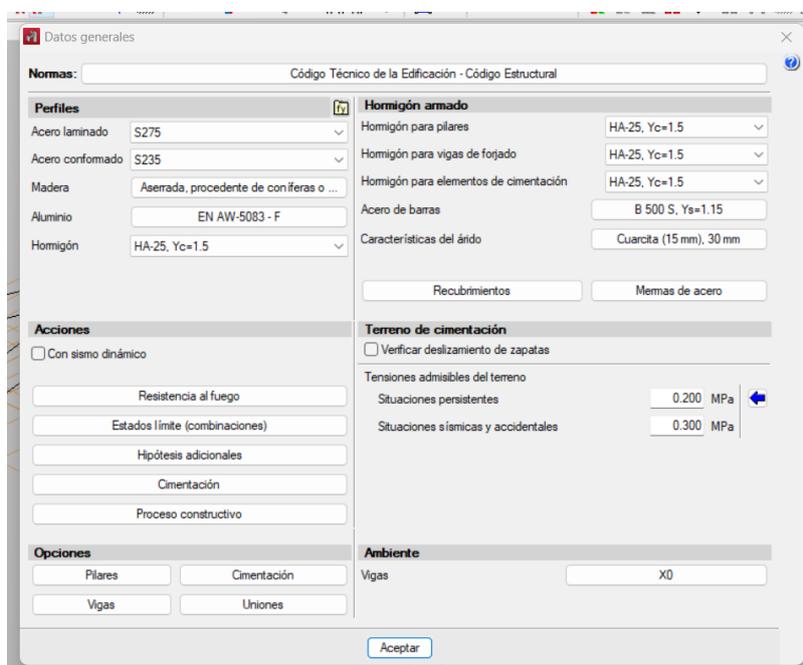
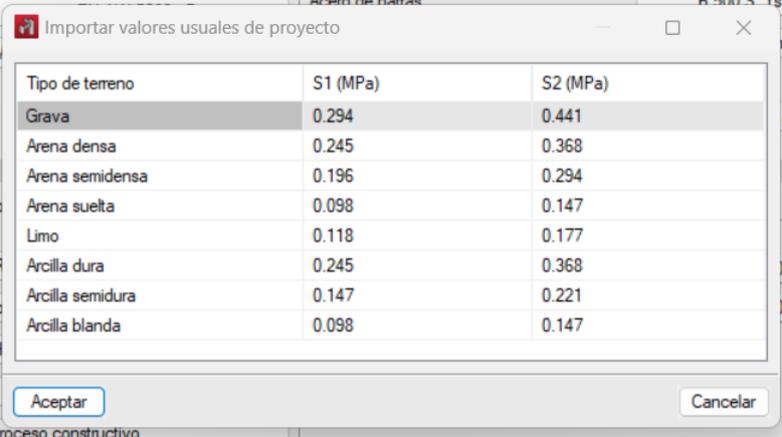


Ilustración 11. Datos generales CYPE 3D

Para este proyecto se realizan varios cambios frente a los datos que vienen por defecto en el programa, como es la tensión admisible del terreno, que se considera la de arena semidensa (criterio de CYPE):



Tipo de terreno	S1 (MPa)	S2 (MPa)
Grava	0.294	0.441
Arena densa	0.245	0.368
Arena semidensa	0.196	0.294
Arena suelta	0.098	0.147
Limo	0.118	0.177
Arcilla dura	0.245	0.368
Arcilla semidura	0.147	0.221
Arcilla blanda	0.098	0.147

Ilustración 12. Tensiones admisibles del terreno

Las opciones de perfiles y de hormigón armado se quedan igual. Hay que destacar que un punto fuerte de los programas de CYPE es el del apartado de opciones, que está en todos los programas y permite modificar las comprobaciones por si quieres adherirte a otra normativa que no sea las que tienen en el programa. En este caso, no se varia ya que si se quiere utilizar las comprobaciones del CTE y CE.

Y finalmente el apartado con mayor importancia, el de las acciones.

- Se puede realizar el cálculo de sismo dinámico (no aplicable a este proyecto):

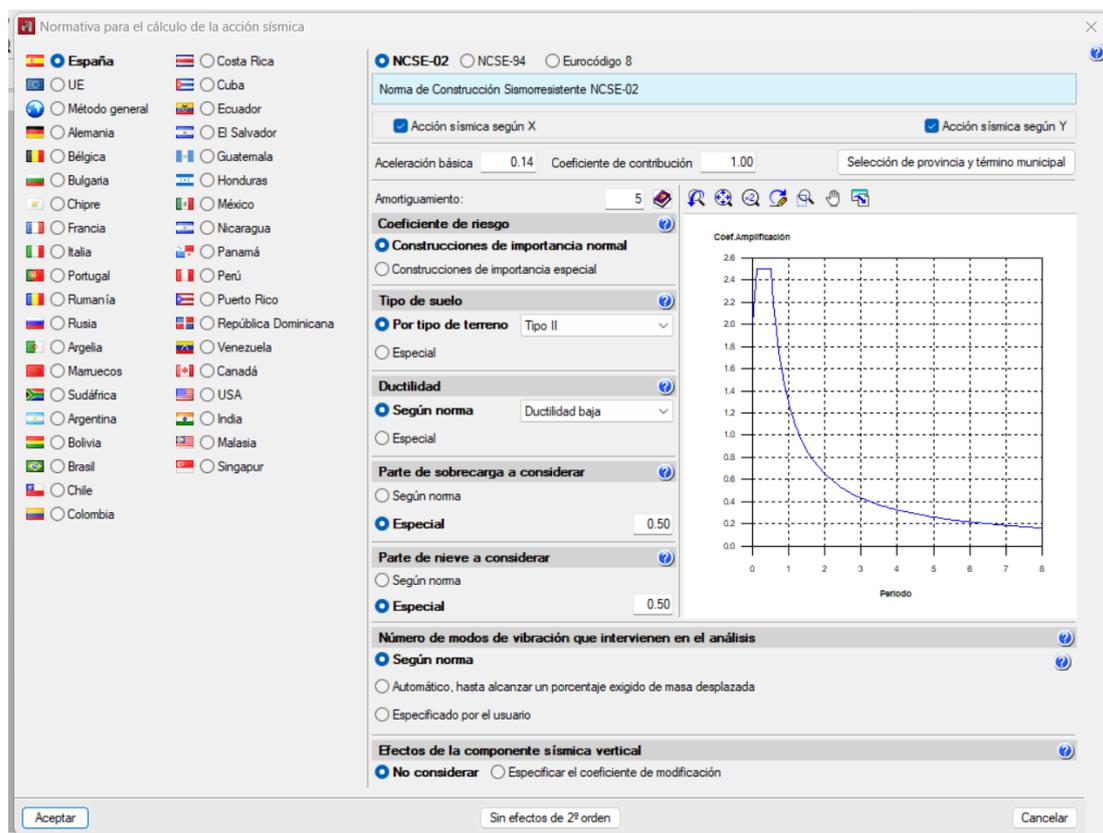


Ilustración 13. Sismo

- Se mide la resistencia a fuego de manera que puede directamente darte el espesor de un revestimiento de protección genérico para una resistencia requerida o puede calcular la temperatura crítica en la situación de incendio, de esa manera se le da a la compañía encargada de la protección de incendio el dato de masividad, temperatura crítica y la resistencia requerida y te ofrecen la protección específica necesaria. En este proyecto se ha realizado de la segunda manera.

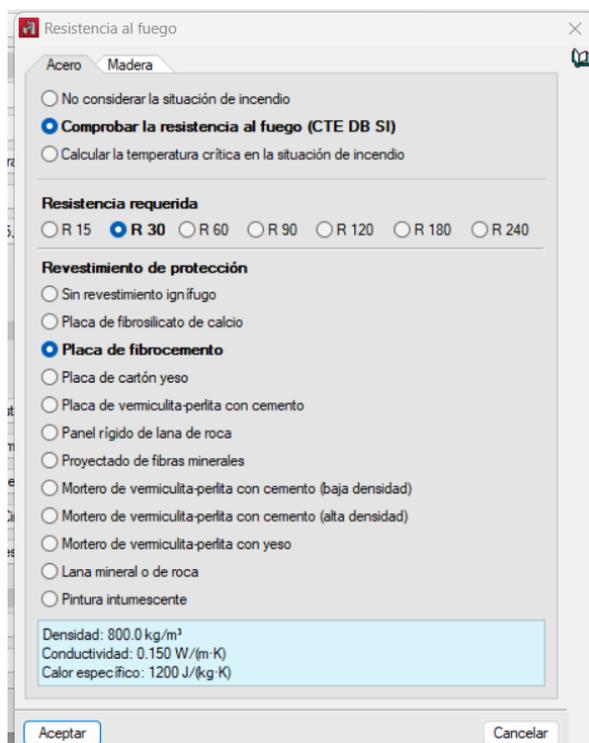


Ilustración 14. Resistencia a fuego

- Estados límite, se especifican según la normativa.

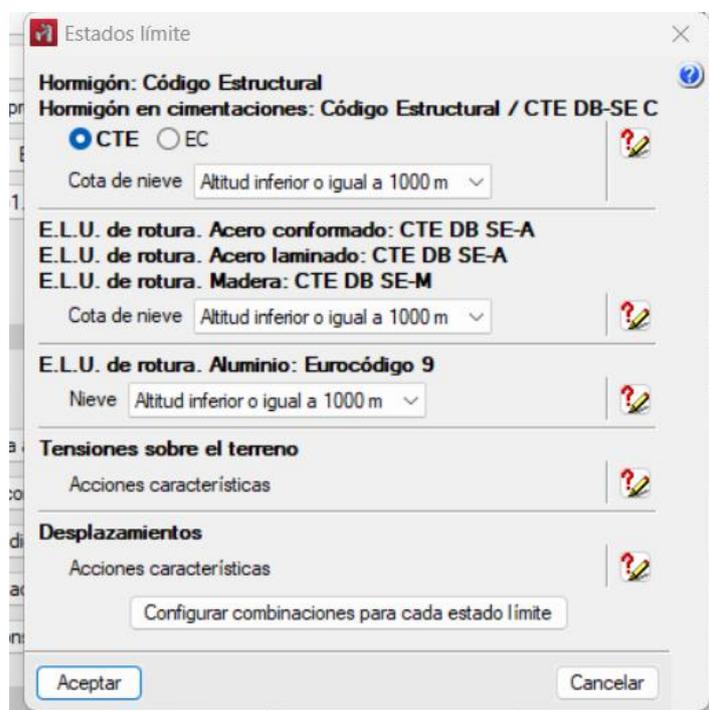


Ilustración 15. Estados limite

- Hipótesis adicionales, donde hay que crear específicas hipótesis para poder añadir la carga que se requiera. En este caso, a parte de la categoría de uso en cubierta que ya venía de Portal Frame Generator (G1), se ha añadido la zona administrativa (B), donde

va a estar las fuerzas de sobrecarga de la oficina y la zona de acceso público (C) referida al espacio de producción donde van a estar las cargas del puente grúa teniendo en cuenta que va a ser un sitio concurrente. Y se pueden añadir diferentes tipos de acciones, pero en este caso no aplican.

Se observa que las acciones de viento y nieve están ya añadidas, importadas de Portal Frame Generator.

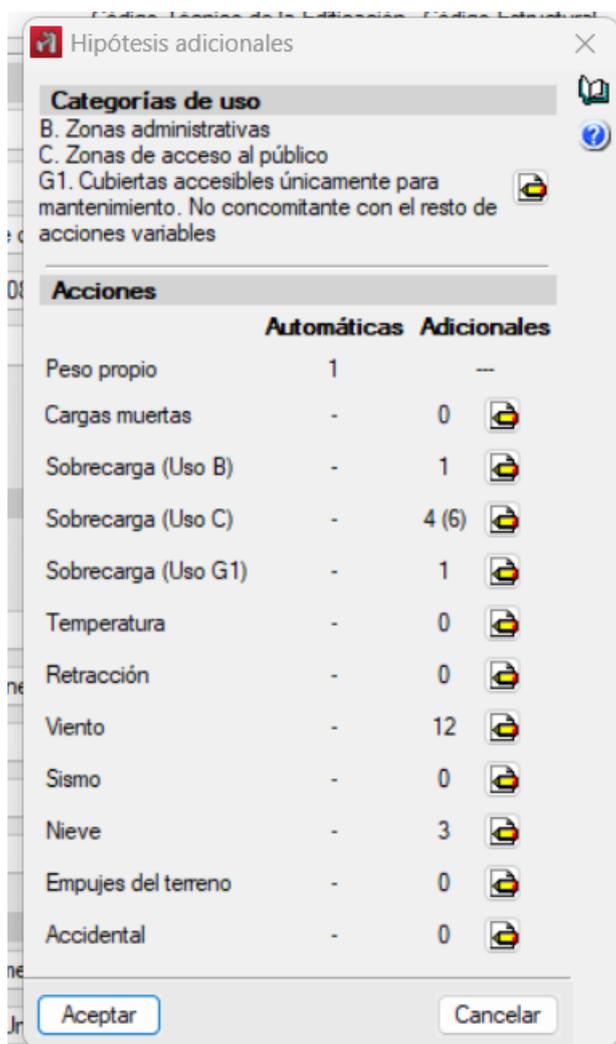


Ilustración 16. Hipótesis adicionales

Como se observa en la siguiente ilustración, se pueden añadir tantas hipótesis adicionales como se desee y pueden condicionarse de manera que seas compatibles, simultáneas o incompatibles. También puede decidirse no aplicarse en caso de no querer introducir en el cálculo cierta hipótesis. Esto se ha utilizado para añadir las hipótesis de puente grúa y su combinatoria.

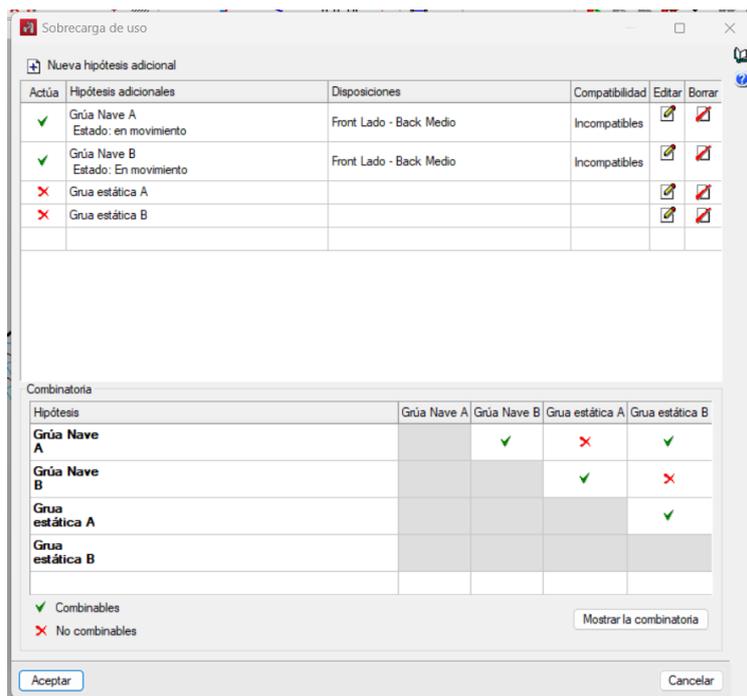


Ilustración 17. Sobrecarga grúa

- Cimentación, donde se pregunta si debe considerar las acciones de viento y sismo.
- Y finalmente, proceso constructivo, donde pregunta datos para tener en cuenta en las comprobaciones.

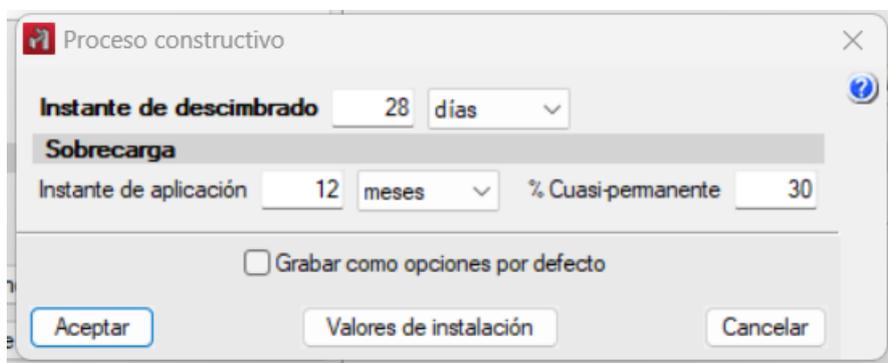


Ilustración 18. Proceso constructivo

Ya una vez determinado todos los datos generales, se procede a añadir el resto de vigas y pilares que faltan para completar el diseño de la nave. Para ello en primer lugar hay que describir las vigas que ya tenemos, se utiliza la herramienta de la siguiente ilustración donde se tiene una biblioteca con gran cantidad de diferentes perfiles.

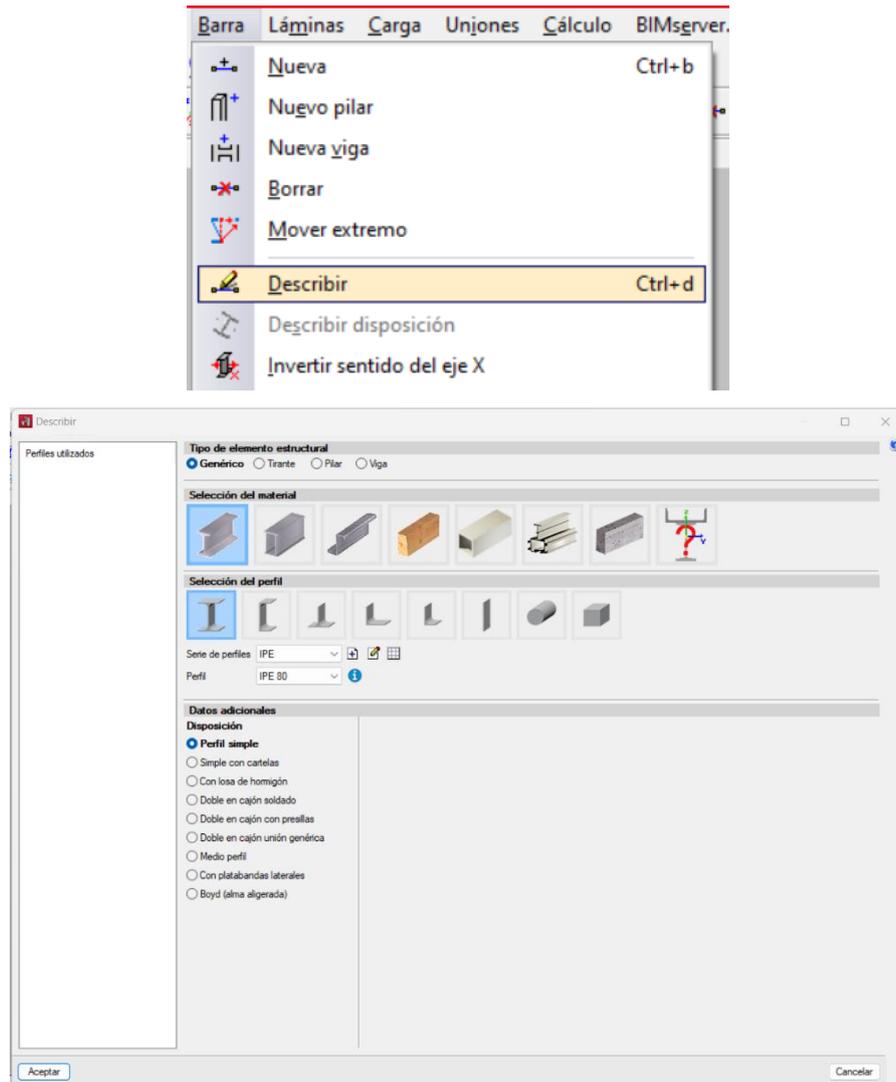


Ilustración 19. Descripción barras

Y una vez descritas las que ya se tiene, se añade las nuevas barras, quedando de una forma final tal que así:

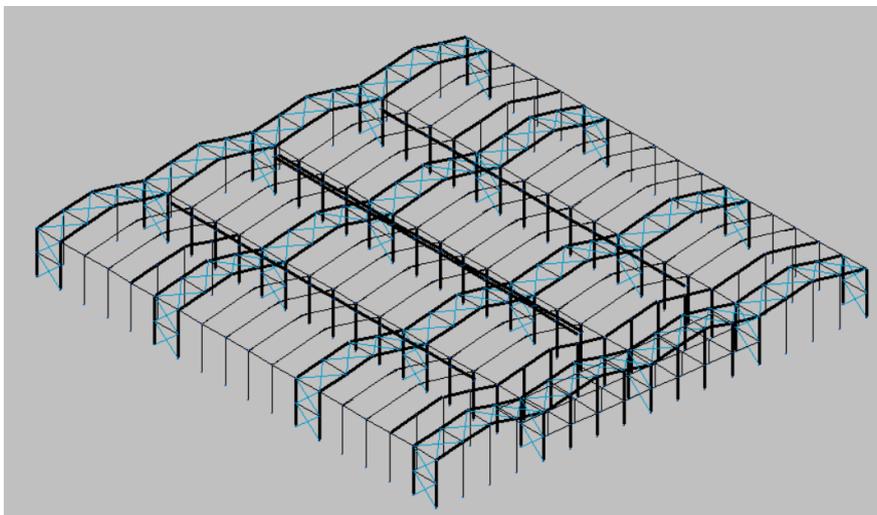


Ilustración 20. Estructura final

Con la estructura ya completa, se procede a caracterizar las barras:

- i. Los nudos con vinculación exterior, es decir, en este caso todos los que están a nivel de cimentación. Desde la opción de nudos y seleccionando los nudos que se quieren modificar:

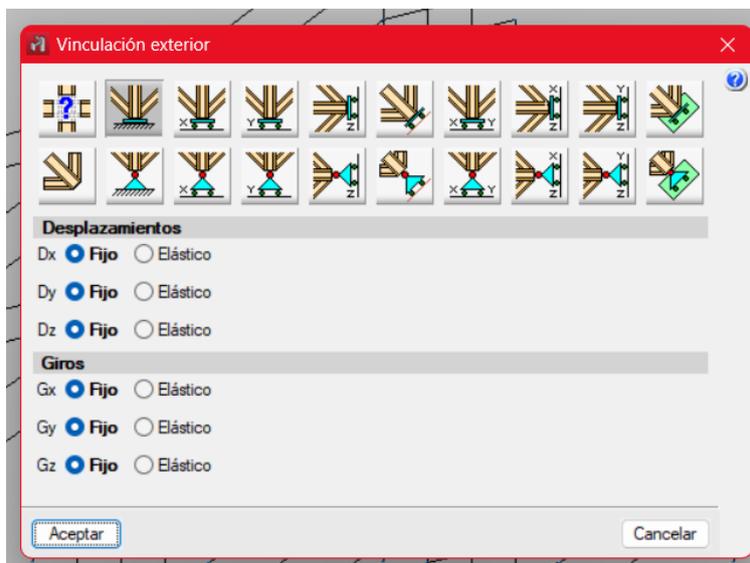


Ilustración 21. Vinculación exterior

- ii. Si se quiere articular una barra se deberá escoger desde el menú barras la siguiente opción que sale en la ilustración y seleccionar la barra con el ratón:

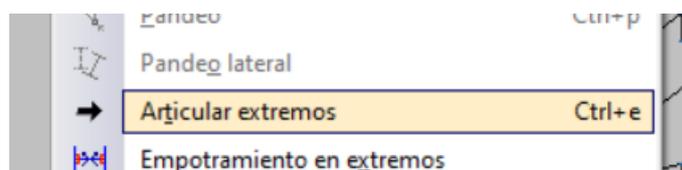


Ilustración 22. Articulación de barra

- iii. El valor de la flecha, igualmente hay que seleccionar que barras queremos caracterizar y añadirles un valor:

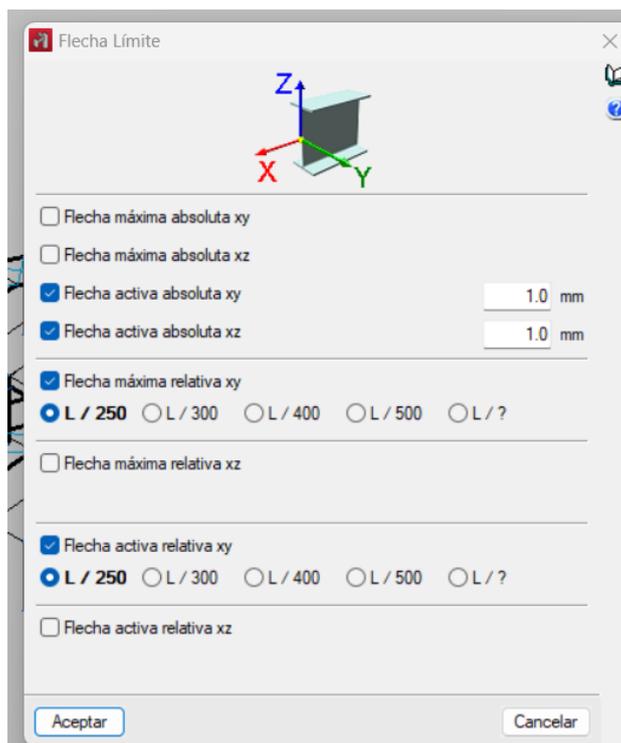


Ilustración 23. Flecha limite

(Los datos que aparecen en la ilustración anterior no corresponden al actual proyecto, es un ejemplo para observar la variedad de opción.)

iv. Y el mismo procedimiento para el valor del pandeo y pandeo lateral:

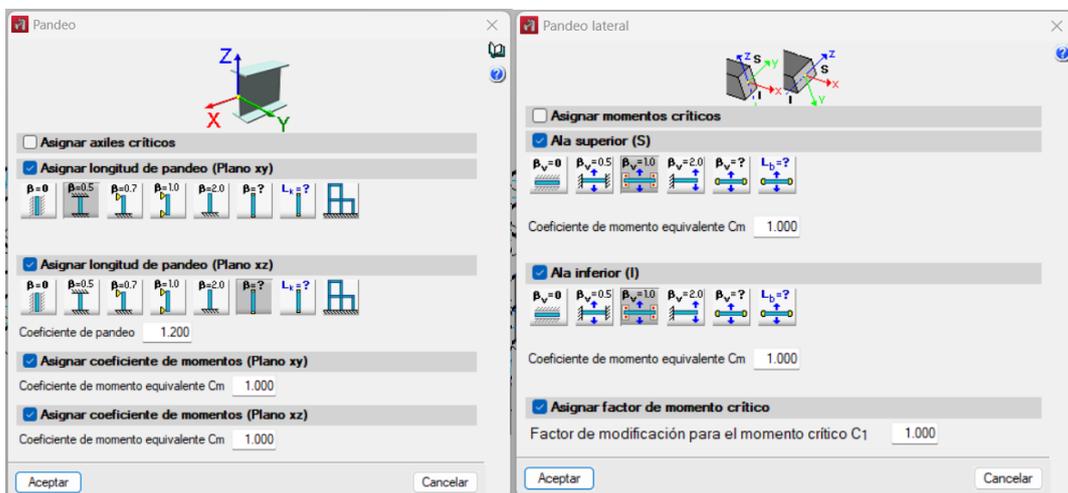


Ilustración 24. Pandeo y pandeo lateral

Una vez se tiene toda la estructura con las barras descritas (sin dimensionar), se prosigue con el añadido de cargas sobre barras:

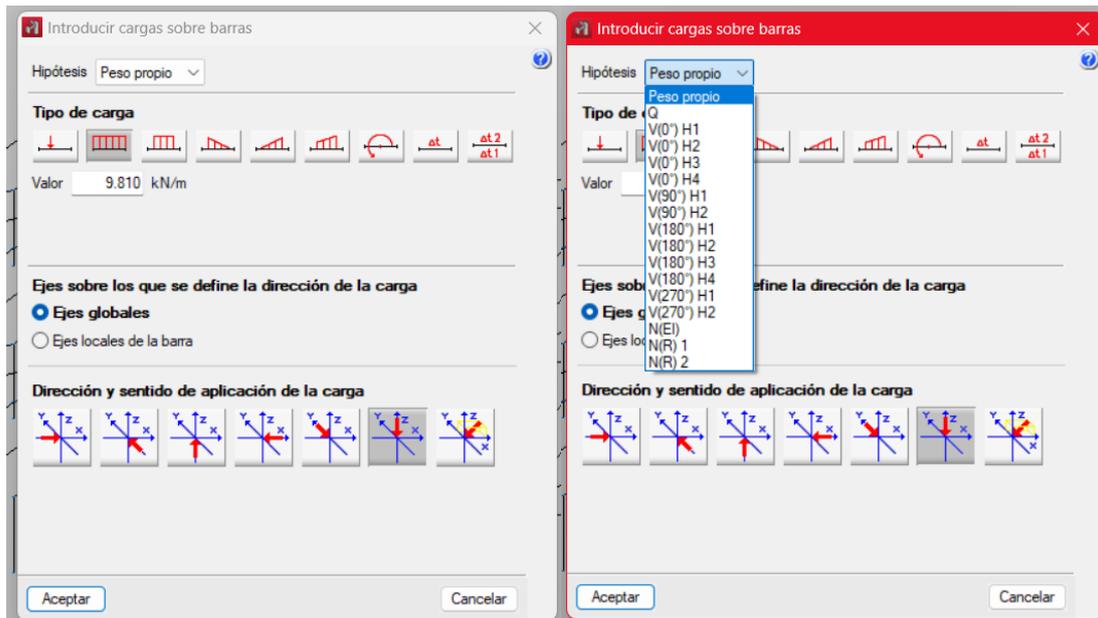


Ilustración 25. Cargas sobre barras

Se puede añadir tantas cargas como se requiere. En este proyecto se ha hecho uso de carga puntual y uniforme sobre barra para la implementación del puente grúa.

Para añadir sobrecargas de uso, que son sobrecargas superficiales, se ha de usar la herramienta de *crear paños* y seleccionar el área donde se quiera aplicar. A esta área se le añade el valor y el sentido de las carga. Donde indica valor, se trata de kN.

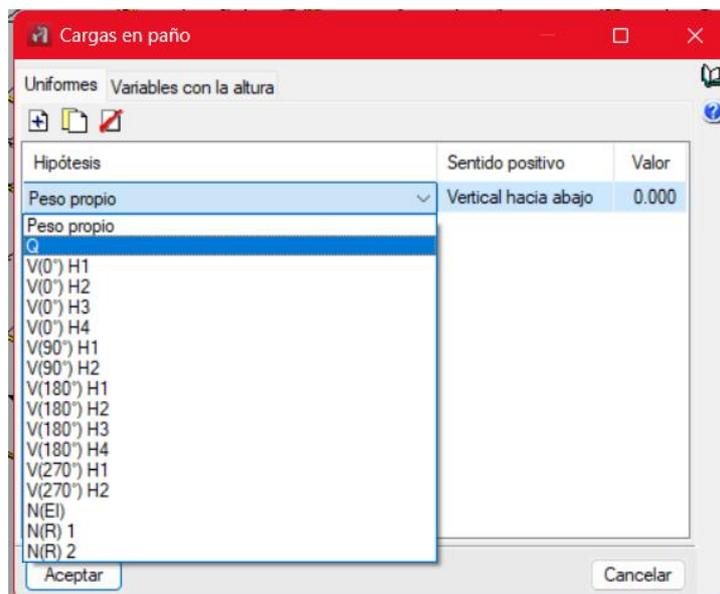
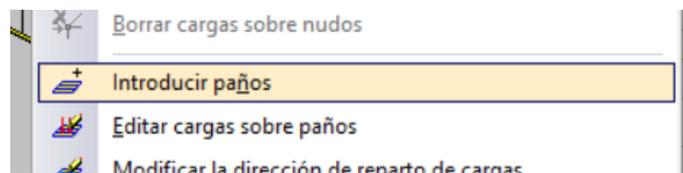


Ilustración 26. Introducción de paños

Y finalmente con todos los parámetros de la estructura determinados, se procede a calcular.

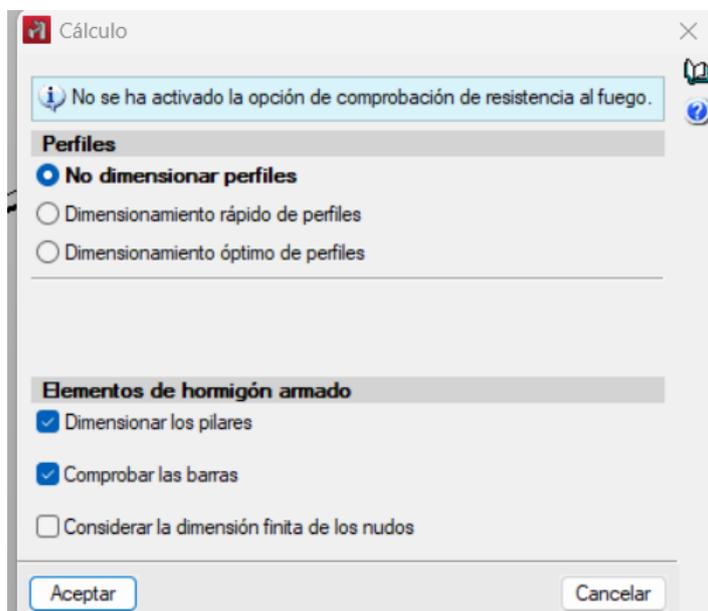


Ilustración 27. Cálculo CYPE 3D

En este paso es posible proceder de diversas maneras. En primer lugar, mencionar que en este caso no se le presta atención al cálculo de elementos de hormigón armado debido a que solo se está calculando los perfiles de acero. Por un lado se tiene la opción de no dimensionar perfiles la cual simplemente comprueba si la estructura actual es resistente. Esta opción es la escogida en la estrategia de diseño de este proyecto debido a que se ha querido hacer un dimensionamiento pasando por todos los pasos. Cuando calculas la estructura de esta manera, puedes comprobar la situación de cada barra apareciendo el siguiente cuadro:

Perfil	Peso	Resistencia	Errores
✗ IPE 80	5.97	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 100	8.09	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 120	10.36	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 140	12.87	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 160	15.78	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 180	18.76	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 200	22.37	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✗ IPE 220	26.22	—	Se ha producido un error, ya que la esbeltez de la barra es mayor que la esbeltez límite.
✓ IPE 240	30.69	1.35 %	
✓ IPE 270	36.03	1.10 %	
✓ IPE 300	42.23	0.90 %	
✓ IPE 330	49.14	0.75 %	
✓ IPE 360	57.07	0.63 %	
✓ IPE 400	66.33	0.52 %	
✓ IPE 450	77.56	0.43 %	
✓ IPE 500	90.67	0.36 %	
✓ IPE 550	105.50	0.32 %	
✓ IPE 600	122.46	0.27 %	

No se han definido límites de flecha
Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego

Significado de los iconos

- ✗ Perfil que no cumple alguna comprobación.
- ✓ Perfil que cumple todas las comprobaciones.

Aceptar Cancelar

Ilustración 28. Comprobación barras

Como se observa, el programa indica el motivo del por qué no cumple las comprobaciones y además cómo se comportan el resto de perfiles frente a esta situación, de esa manera puedes elegir cual quieres para tu obra y comprobar el comportamiento del resto de barras frente al cambio de perfil de una.

Por otro lado, está la opción de dimensionamiento rápido de perfiles, que directamente al terminar el cálculo, ha dimensionado toda la estructura de manera que todas las barras cumplen.

Y finalmente la opción de dimensionamiento óptimo de perfiles. Esta opción es la similitud a la primera con el factor de que se realiza el dimensionamiento automáticamente, pero hay que destacar la importancia del tiempo. Un dimensionamiento óptimo calcula toda la estructura cada vez que se verifica y cambia una barra, por lo que el tiempo de cálculo es exponencial respecto a la primera opción. **Hay que razonar que opción es la más adecuada para cada situación.**

Para finalizar con la parte de la estructura en CYPE 3D, se procede a pasar a la pestaña de cimentación, situada en la parte inferior de la ventana.



Ilustración 29. Pestaña de cimentación

Desde esta ventana se va a poder diseñar, generar, comprobar y dimensionar los elementos de cimentación. Los elementos que tiene el programa para realizar la cimentación son los siguientes:

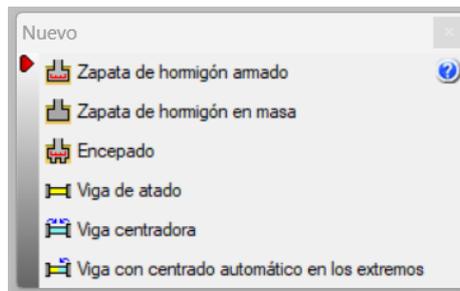
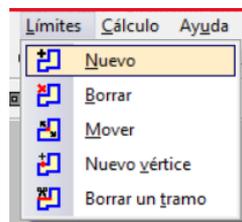


Ilustración 30. Elementos de cimentación

Para este proyecto no se tiene límite de espacios alrededor de la nave excepto por la fachada frontal la cual está en límite de terreno, por lo que para poder delimitar el espacio se dibuja un área alrededor de la nave con la herramienta *límites*:



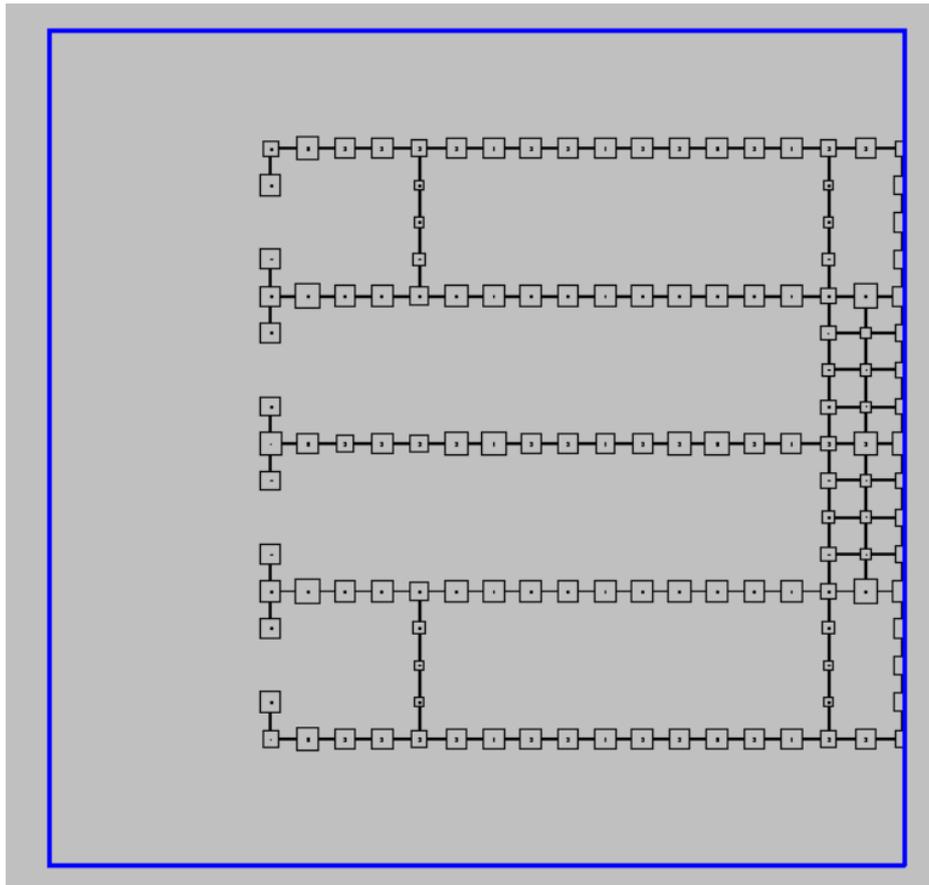


Ilustración 31. Límites cimentación

Una vez definido el espacio, en vez de especificar los elementos uno a uno desde el menú de la ilustración 30, se va a utilizar la herramienta *generar zapatas y vigas*:

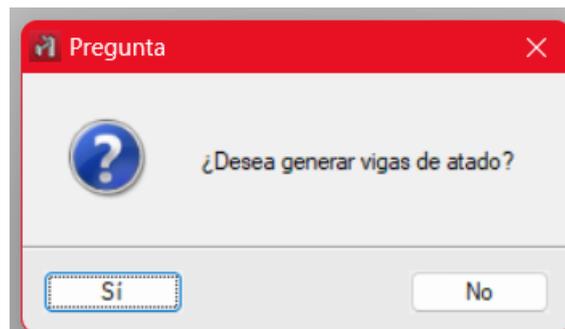
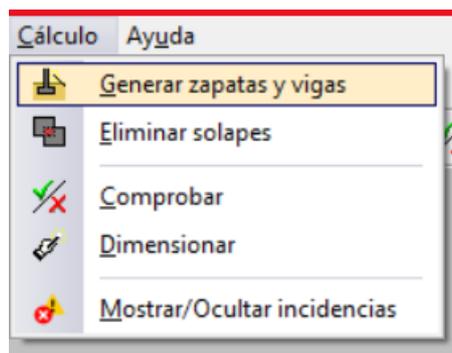


Ilustración 32. Generación de zapatas y vigas

La estructura en este punto ya tiene sus zapatas y vigas, y el siguiente paso que se ha seguido en esta parte ha sido dimensionar todos los elementos con la opción dimensionamiento completo. El dimensionamiento de las zapatas y de las vigas se basa en la resistencia a las acciones a las que esta sometida la estructura.

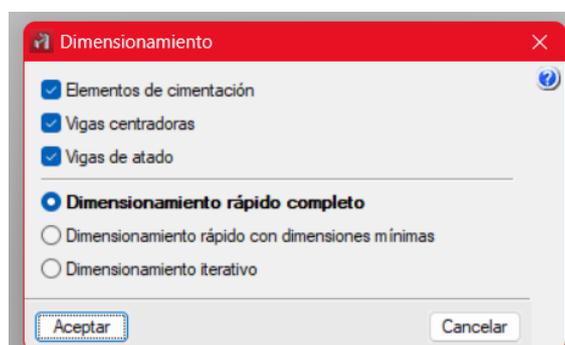
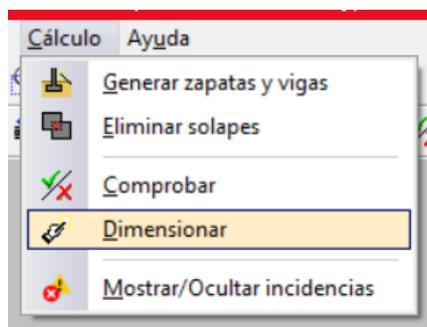


Ilustración 33. Dimensionado de cimentación

Una vez se tiene la cimentación caracterizada, se termina con la parte de cálculo del programa. Para finalizar con CYPE 3D, se sacaran los listados y los planos de la estructura. Los listados pueden ser seleccionados según el documento que se quiera obtener. Los planos pueden editarse y seleccionar cuales se quiera obtener y como se quieran.

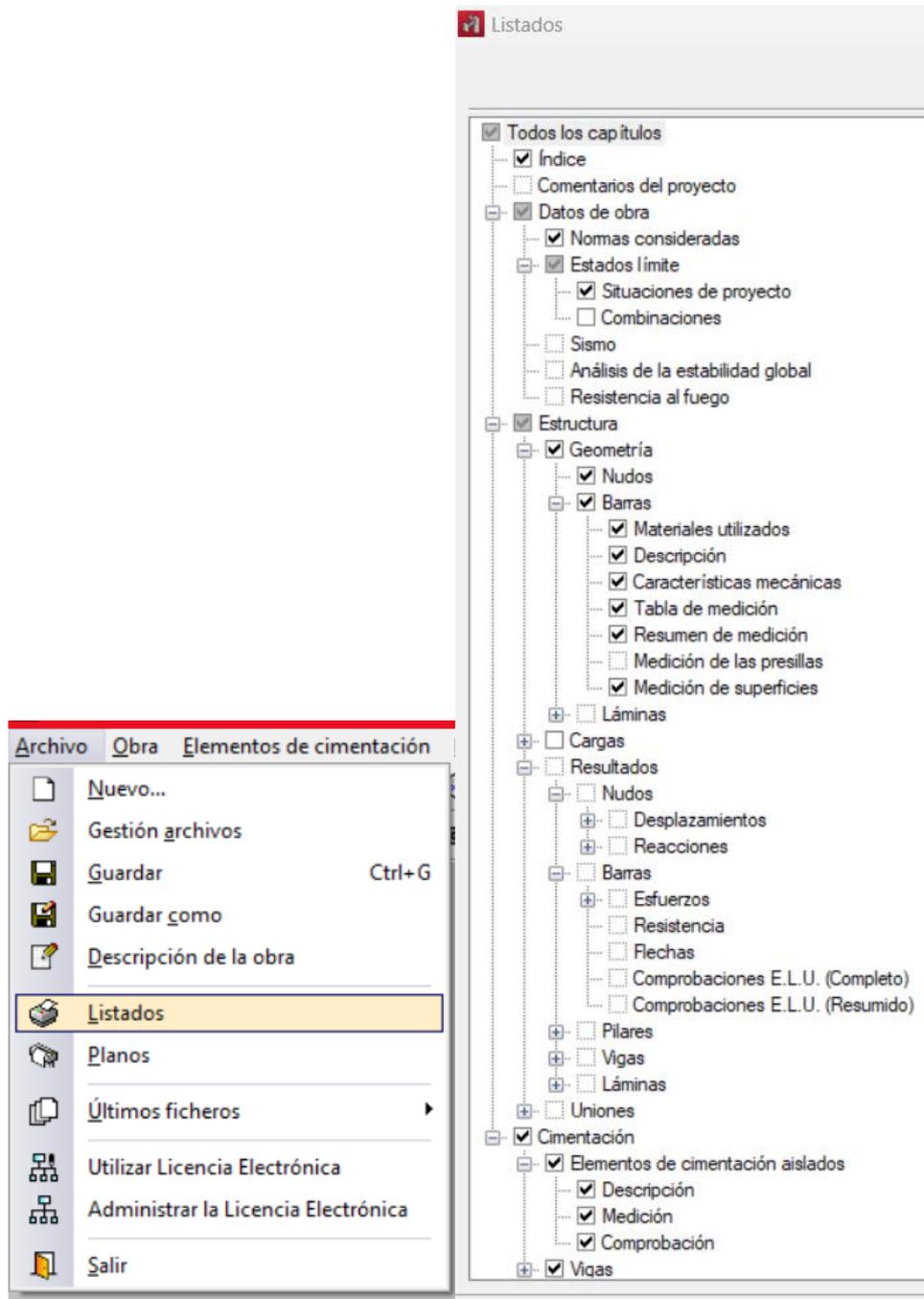


Ilustración 34. Listados CYPE 3D

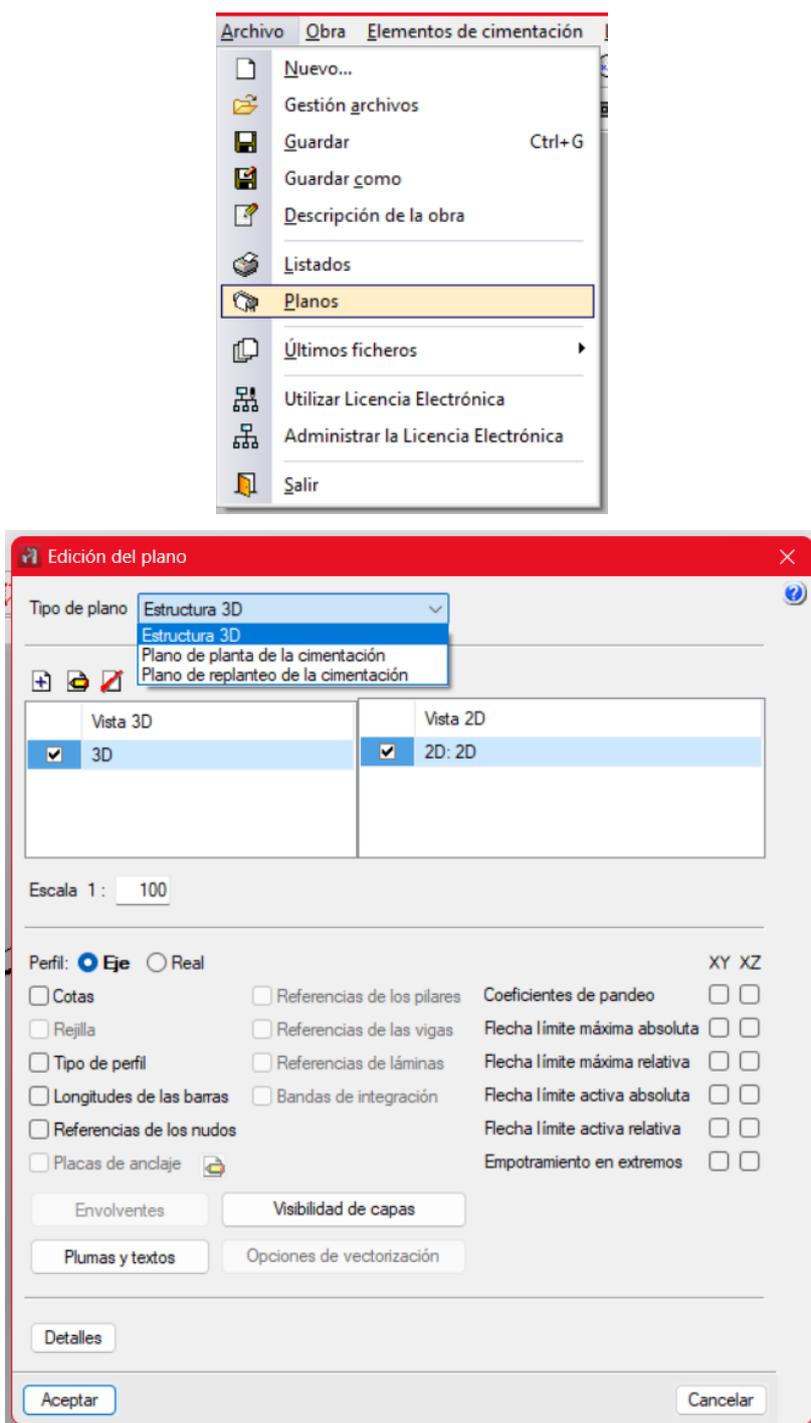


Ilustración 35. Planos CYPE 3D

Para continuar con el proyecto, se ha de **vincular y exportar la estructura a la carpeta de BIM Server**. En el apartado de BIM Server se explicará su funcionamiento más detalladamente.



Ilustración 36. Exportación CYPE 3D

3. StruBIM Steel

Para el diseño y cálculo de uniones se va a hacer uso del programa StruBIM Steel. StruBIM Steel desarrolla y actualiza de modelos BIM para la descomposición detallada de estructuras fabricadas con acero y su mantenimiento durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Al abrir el programa de StruBIM Steel y crear una nueva obra, el programa va a preguntar si quieres importar un IFC de un proyecto de BIM Server. En este caso, se escogerá la estructura de CYPE 3D, que en este punto sería el único archivo que hay. El programa obtiene de la estructura la geometría, sus barras y sus características y el dato más importante para la resolución de las uniones, los esfuerzos en las barras. De esta manera se va a poder diseñar las uniones en función de que resistan las fuerzas transmitidas.

Serie	Perfil	Tipo	Sección	Material	Número	En biblioteca	Importar
IPE	IPE 330	Laminado	Doble T (Simple con cartelas)	S275	116	✓	✓
HEA	HE 180 A	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	34	✓	✓
IPE	IPE 240	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	16	✓	✓
HEA	HE 300 A	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	80	✓	✓
IPE	IPE 330	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	12	✓	✓
HEA	HE 240 A	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	20	✓	✓
IPE	IPE 270	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	248	✓	✓
R	R 23.6	Laminado	Redondo macizo	S275	208	✓	✓
HEB	HE 260 B	Laminado	Doble T (Perfil simple)	S275	4	✓	✓

Botones: Aceptar, Cancelar

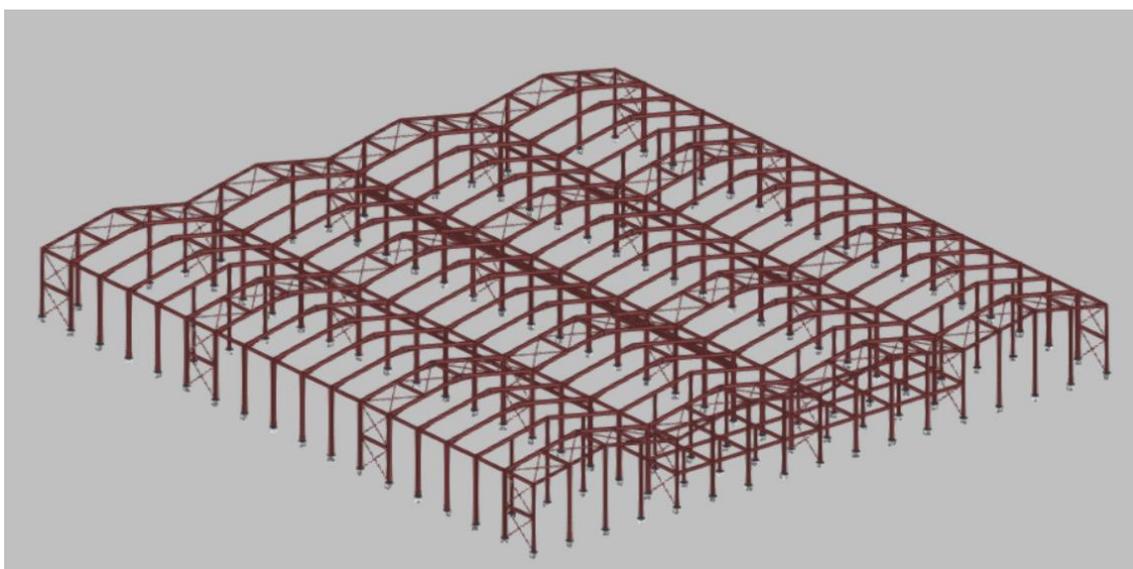


Ilustración 37. Importación a StruBIM Steel

Este programa permite editar las barras, pero al tener la estructura ya definida, solo es necesario trabajar con las herramientas de uniones.

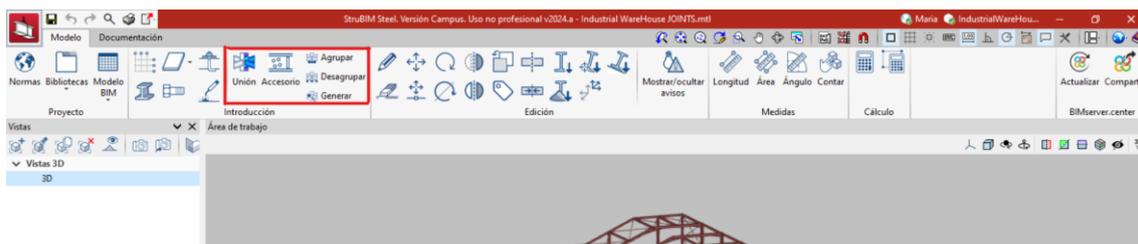


Ilustración 38. Herramientas StruBIM Steel

Hay dos vías de definir las uniones, que pueden ser complementarias. Por un lado se puede utilizar la herramienta *generar* la cual directamente crea la unión (que no diseña) para poder editarla y las agrupa en función de que sea el mismo tipo de unión. Y por otro lado se pueden crear utilizando la herramienta *unión*, con la cual seleccionas las barras que pertenecen a una unión. Igual que cuando generas, estas uniones se agrupan automáticamente, cuando se crean manualmente debes agruparlas manualmente. El programa te deja agrupar solo si son compatibles. Se menciona la complementación de ambas herramientas porque si es un nudo muy complejo puede que no se genere la unión.

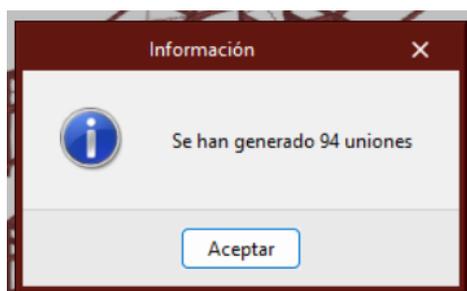


Ilustración 39. Generación de uniones

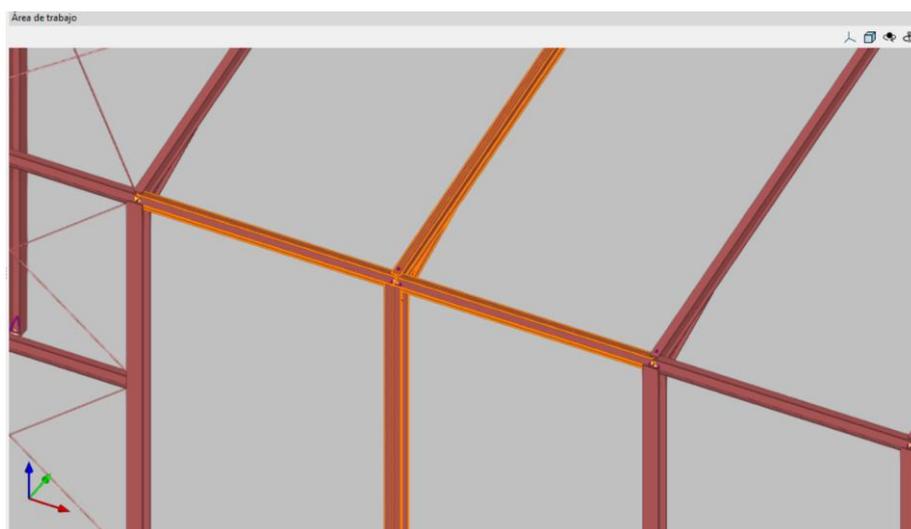


Ilustración 40. Creación de unión individual

Una vez creadas las uniones, hay que diseñarlas. Para ello hay que utilizar la herramienta editar y pulsar sobre el tetraedro que representa la unión.

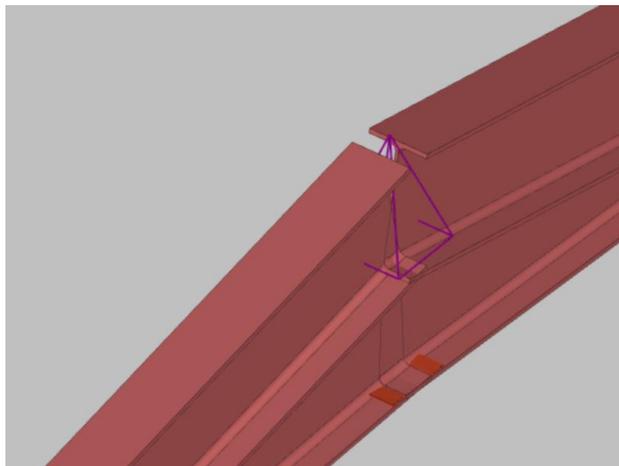


Ilustración 41. Unión no resuelta

Al editar la unión aparece la siguiente ventana donde se va a disponer de diversas herramientas para el diseño y personalización.



Ilustración 42. Herramientas de unión

Como se observa en la ilustración anterior, hay tres campos diferenciados que son las operaciones, la edición y la biblioteca. Las operaciones son con lo que se trabaja la unión, la edición es para obtener una vista adecuada del nudo para poder trabajar con él y la biblioteca es donde se puede exportar uniones que se hayan realizado para posteriormente utilizarlas en otras obras o incluso en la misma obra aun que necesite editarse.

Las operaciones se van agregando en orden a la unión conforme va realizándose. A continuación ejemplo de una unión de cubierta (resolución de la unión de la ilustración 41).

- 1) Debido a la geometría de las barras, no se van a poder soldar directamente entre ellas. Será necesario agregar una placa para completar la tarea. Al añadir la placa, hay que definir el material, su geometría y su posición de manera que se adapte a la unión.

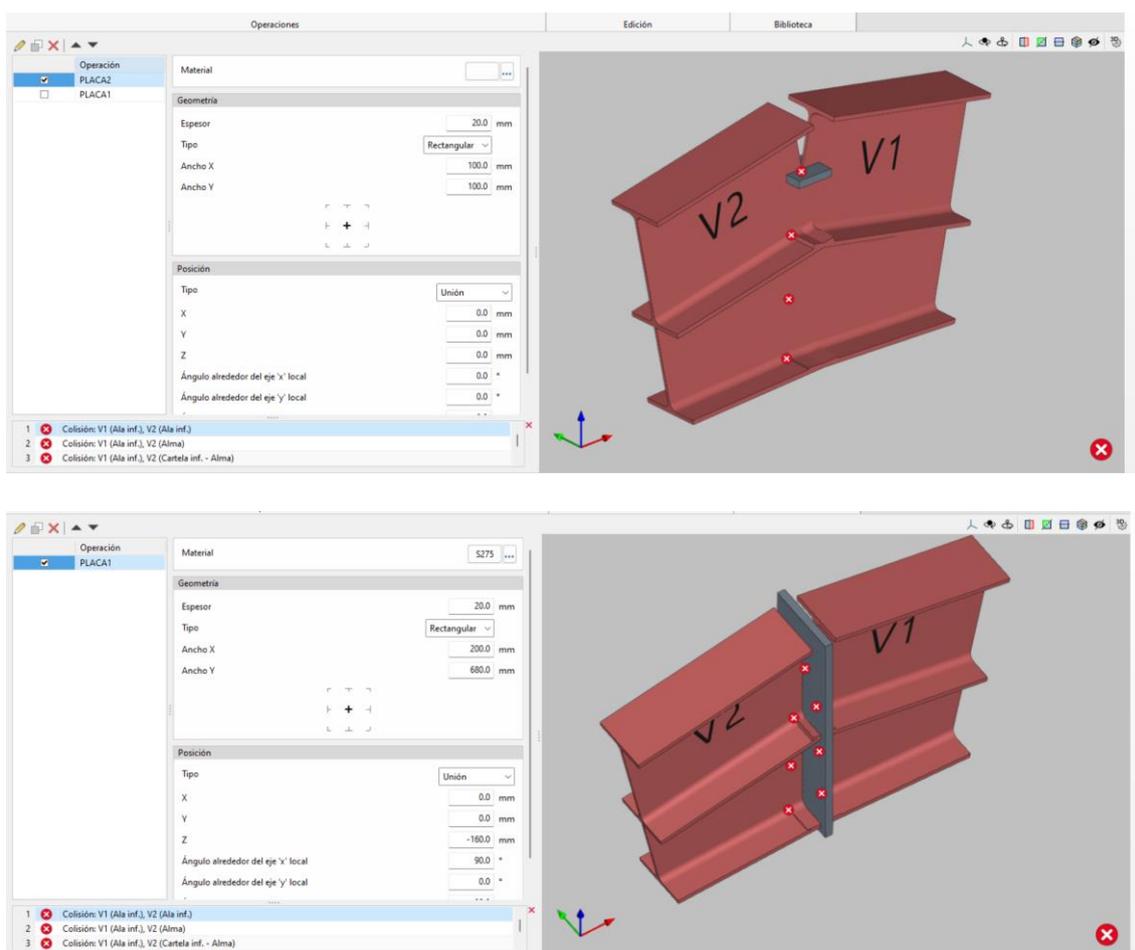


Ilustración 43. Placa unión

- 2) A continuación, se va a hacer uso de la herramienta *ajuste*, ya que las barras no pueden variar su posición pero si su longitud para que la unión pueda ser resuelta. De manera que se van a ajustar ambas vigas a la placa central. La herramienta *ajuste*, a parte de su objetivo de como indica su nombre: ajustar, también tiene la opción de soldadura de alma y alas de las vigas. Las soldaduras se pueden editar si se requiere de menor longitud o mayor espesor o solo por un lado.

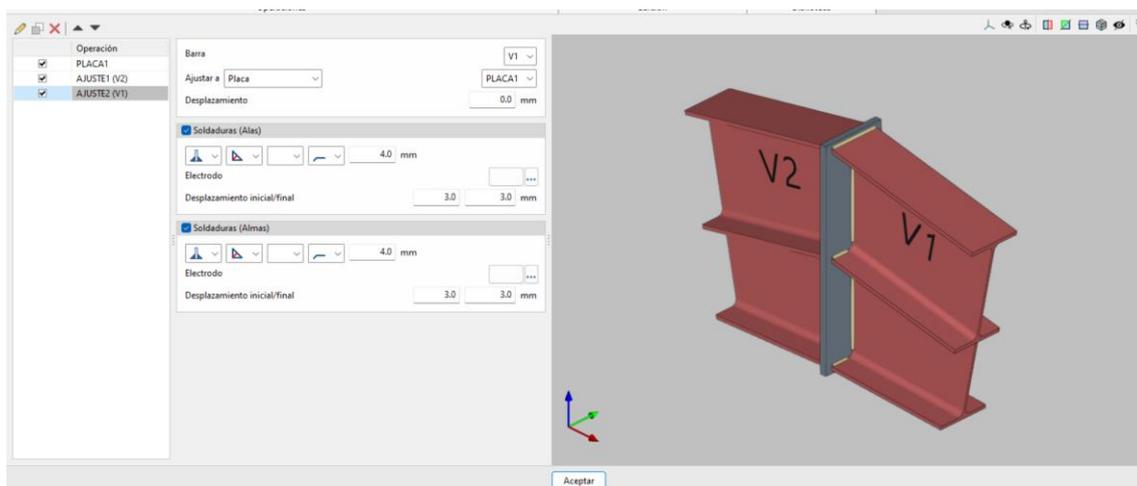


Ilustración 44. Unión ejemplo terminada

- 3) Se realizaría el ajuste igual para ambas vigas y se terminaría el diseño. En este punto, hay que comprobar si la soldadura es resistente desde la ventana *cálculo* (ilustración 42). Se pueden analizar la tensión/deformación, la rigidez rotacional y el pandeo. Y de cada análisis, visualizar el resultado de diferentes formas. En listados se podrá imprimir y observar un documento que verifique todos los cálculos y su resultado positivo frente a los esfuerzos del nudo.

En el caso de que no fuese un resultado favorable, se vuelve a la ventana de modelo y se refuerza el nudo hasta que cumpla.

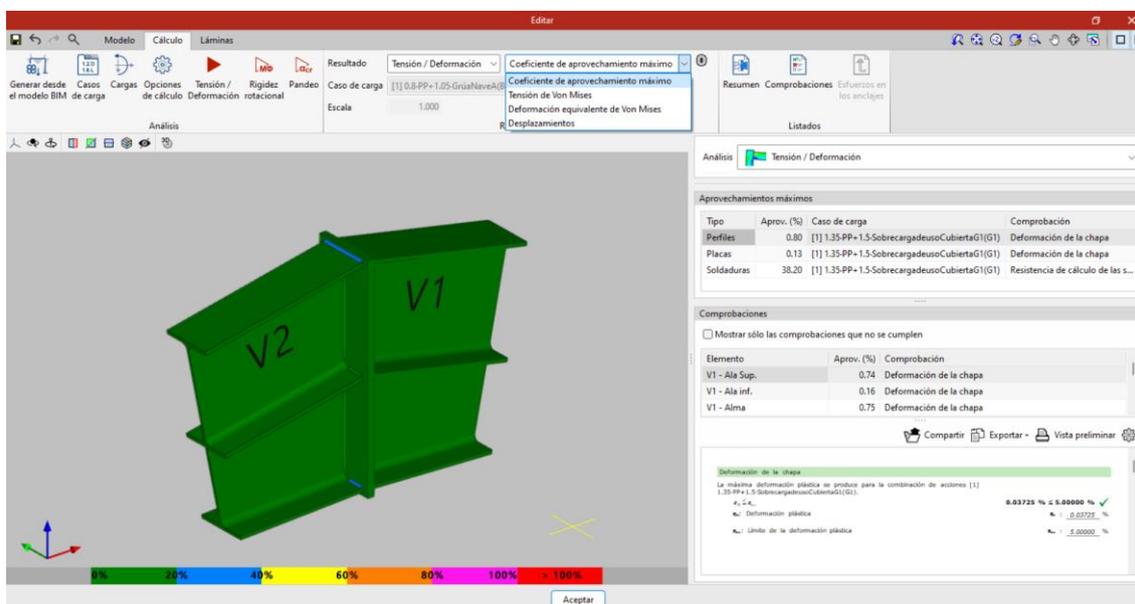


Ilustración 45. Resultados de la unión ejemplo

- 4) Finalmente, cuando se ha diseñado y calculado la unión, está la última ventana donde se puede obtener la lámina o plano específica de ese nudo. Estas laminas se editan de manera que se le añade la plantilla y las vistas que se deseen.

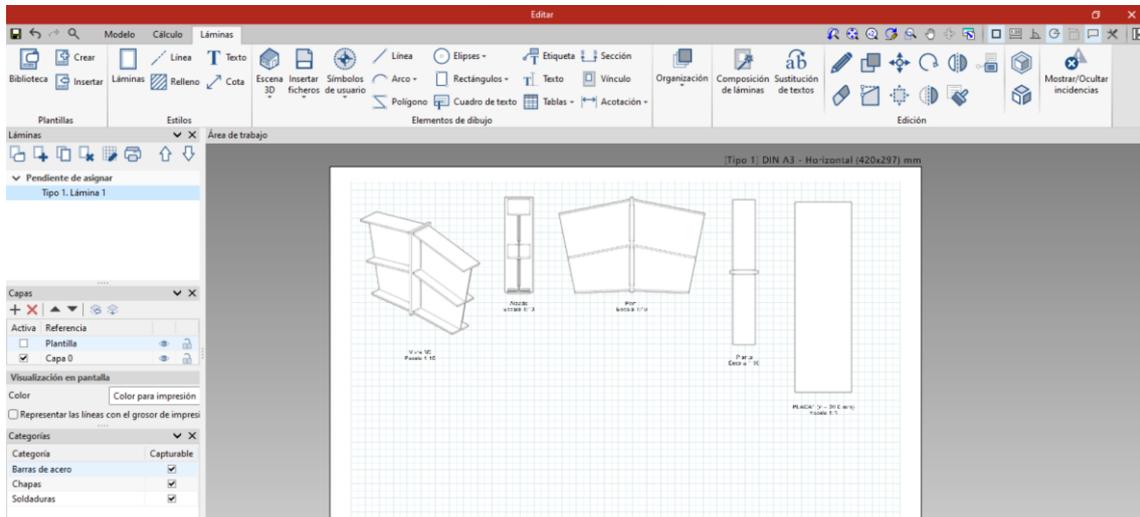
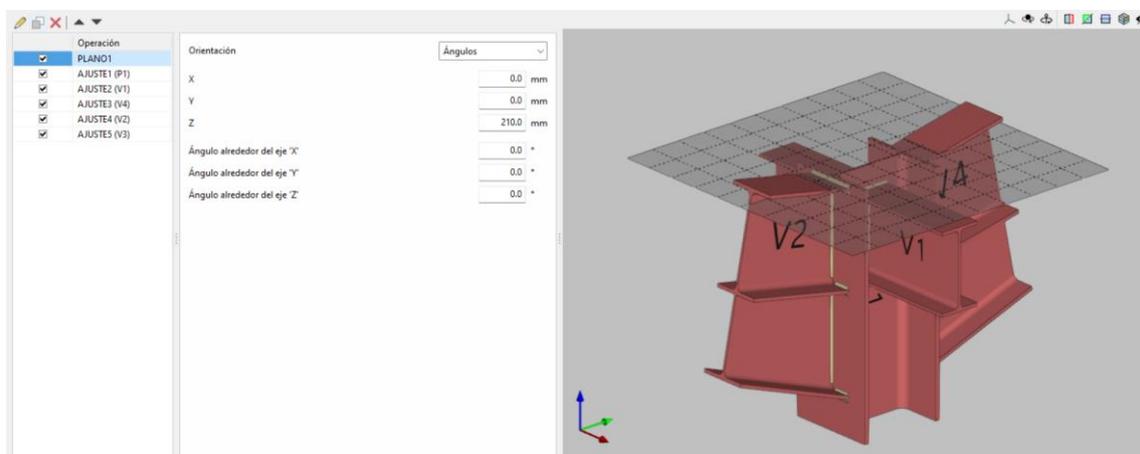
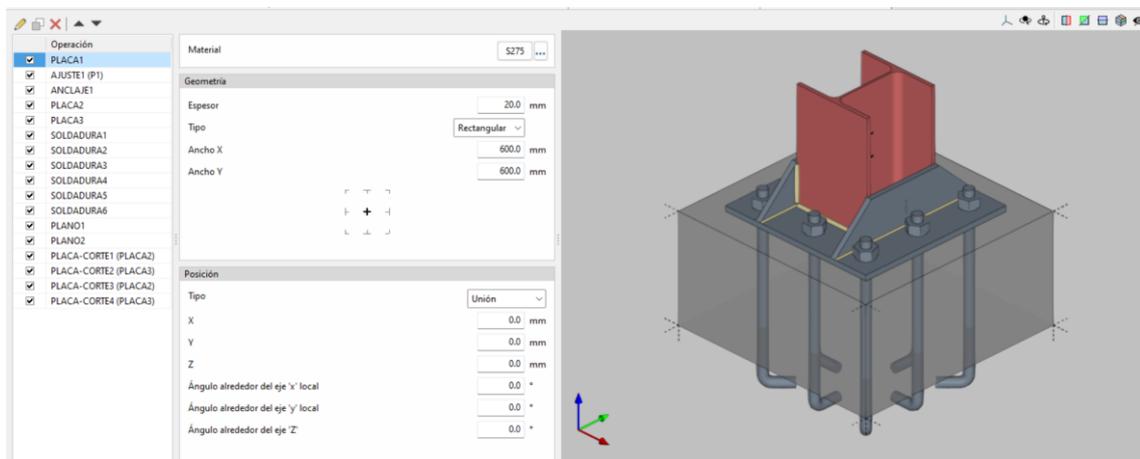


Ilustración 46. Planos de la unión ejemplo

A continuación, las operaciones de diferentes uniones con las que se ha trabajado.



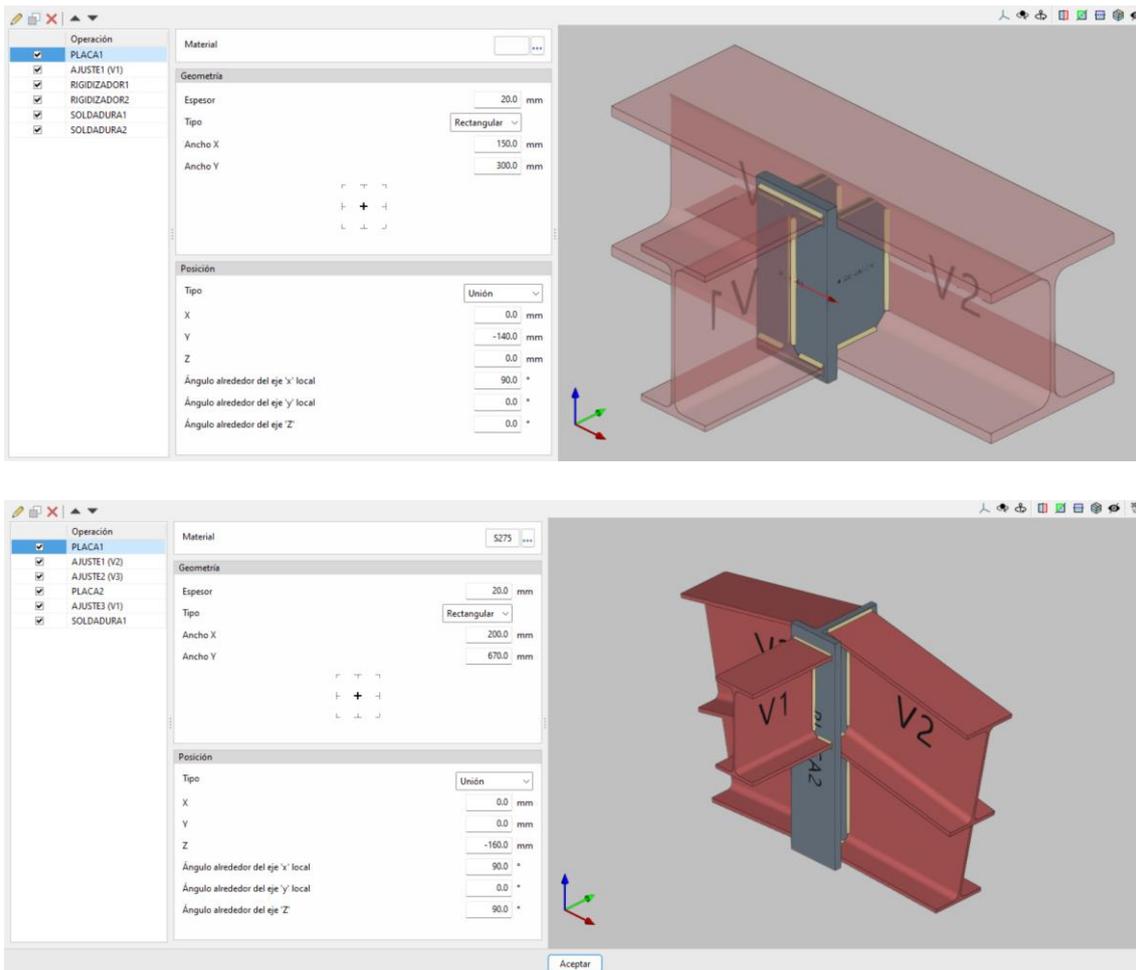


Ilustración 47. Ejemplos de uniones de la nave

El programa ofrece la posibilidad de generar tanto planos como listados de la nave completa, en lugar de únicamente a nivel individual. Además, permite el diseño completo de la nave y el cálculo de las uniones de forma global. Sin embargo, es necesario verificar individualmente los resultados, ya que si alguna unión no cumple con el cálculo total de manera favorable, se mostrará un aviso de error.

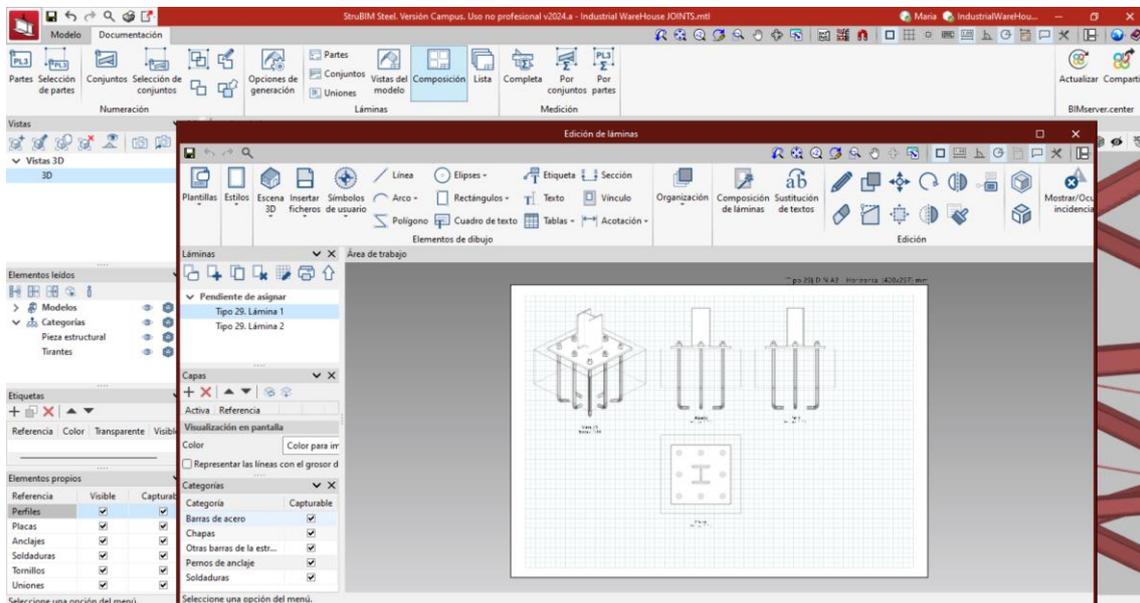
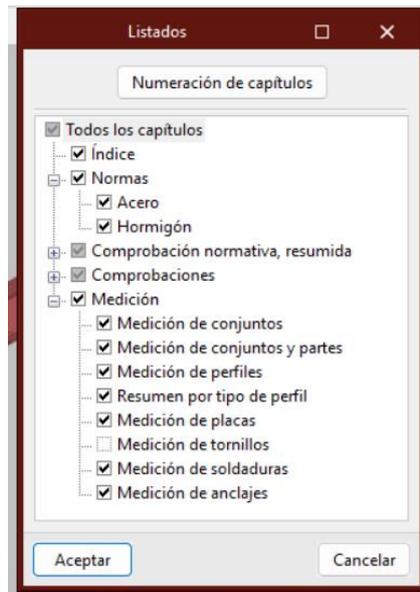


Ilustración 48. Listados y planos StruBIM Steel

Finalmente, una vez terminado el análisis completo de todas las uniones de la nave, se continúa con el procedimiento estándar de CYPE: compartir a BIM Server.

Aquí se finaliza el análisis estructural de este proyecto.

4. Open BIM Site

Open BIM Site es una herramienta creada para la gestión de la ubicación y la geolocalización del proyecto y su entorno. La interfaz del programa se ve así:

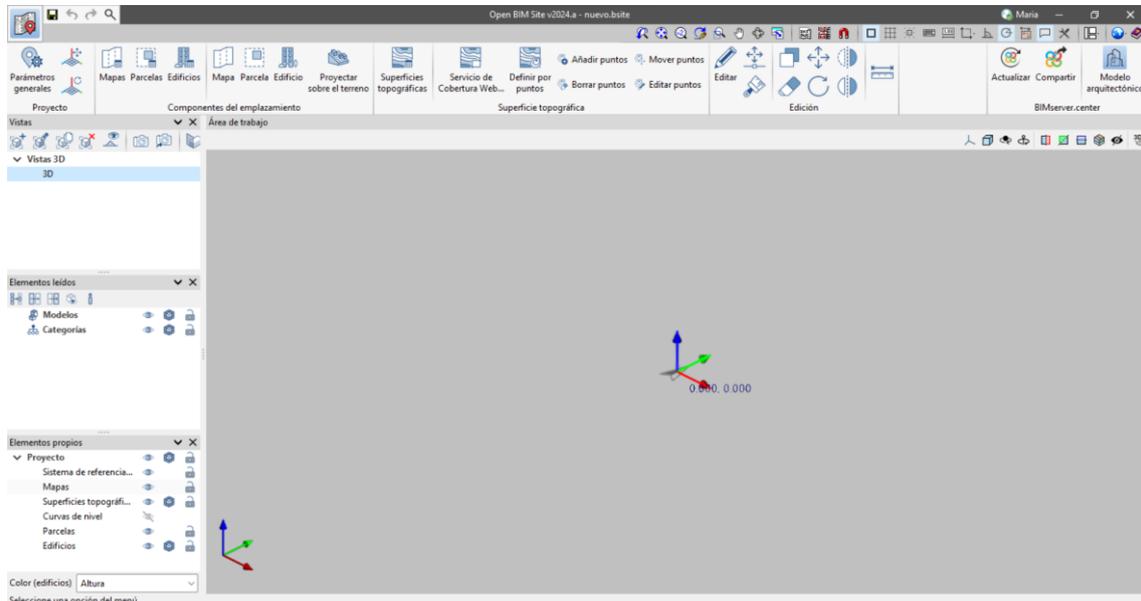


Ilustración 49. Interfaz Open BIM Site

El procedimiento es introducir en parámetros generales las coordenadas geográficas angulares o también el programa tiene incorporado la posibilidad de introducir la referencia catastral.

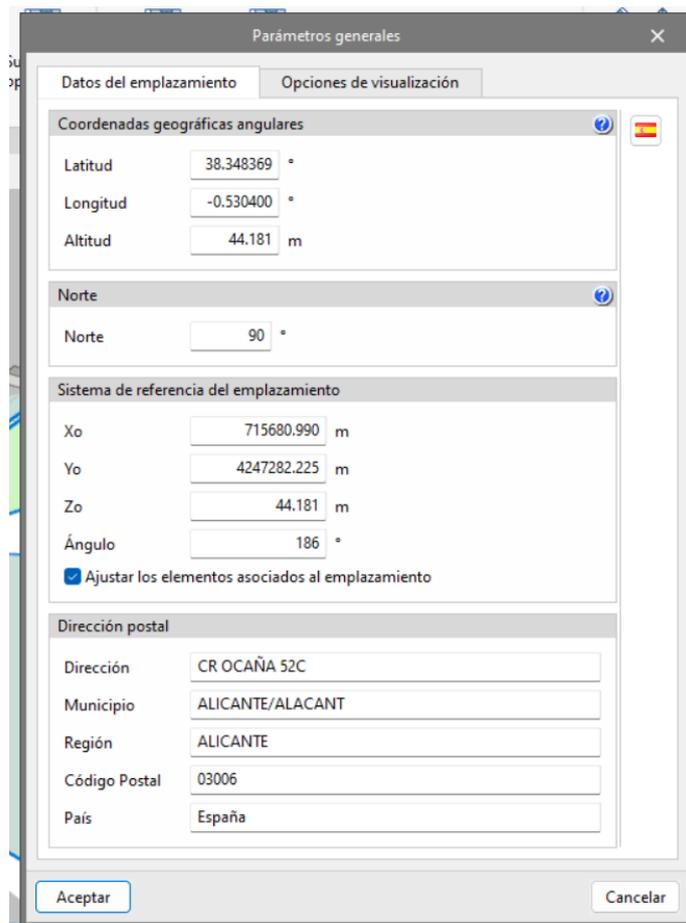
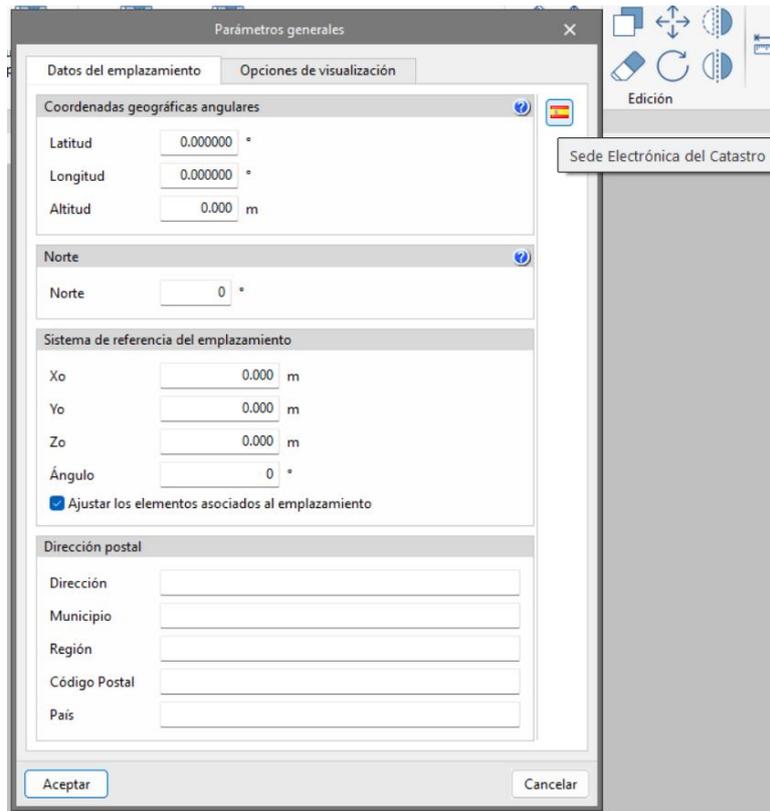
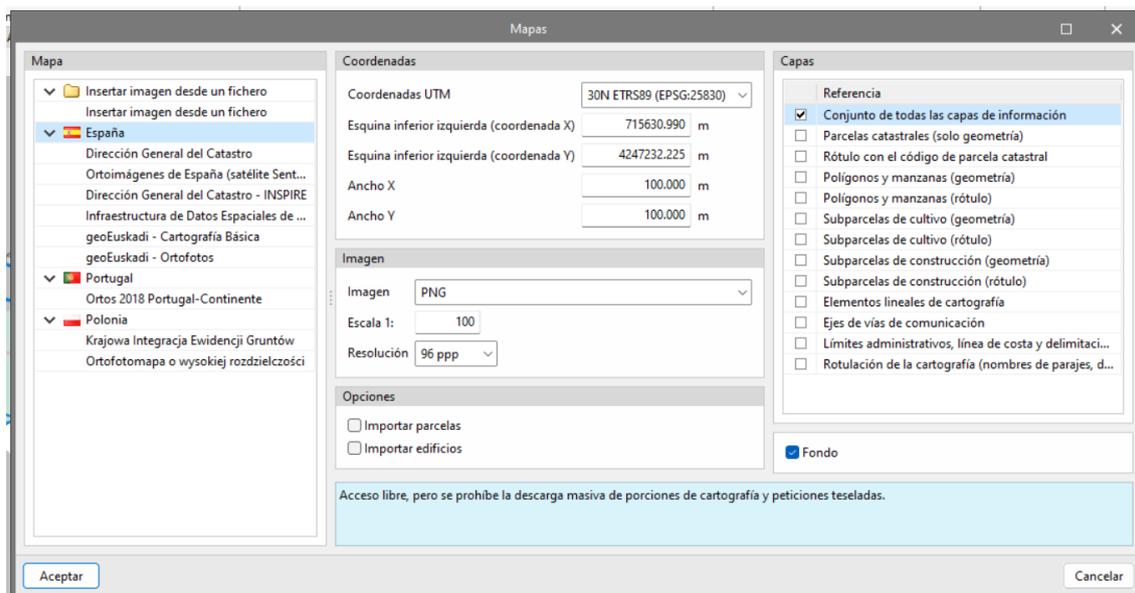
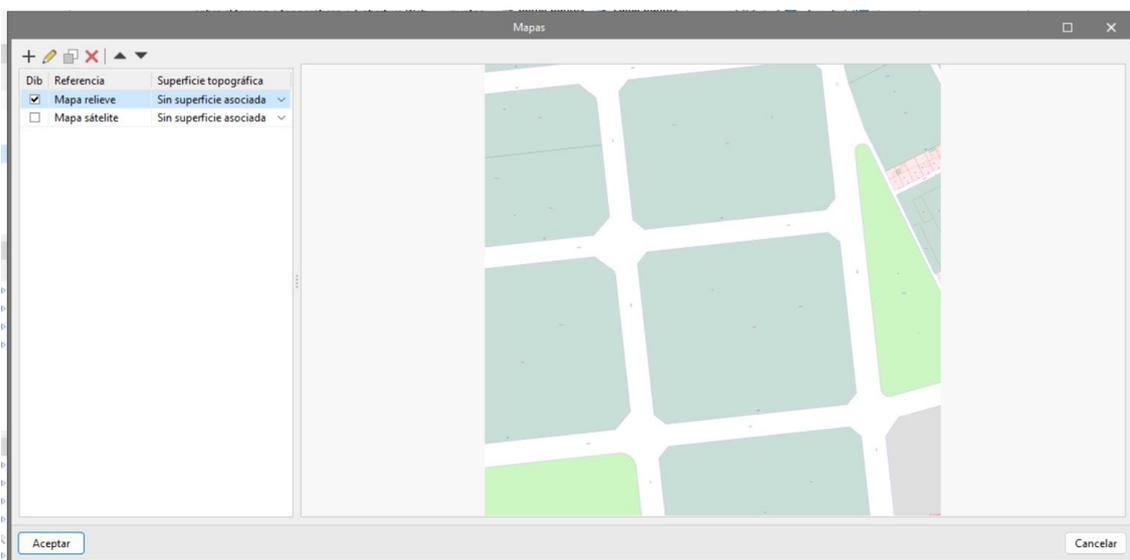


Ilustración 50. Parámetros generales Open BIM Site

Tras tener la ubicación definida, es momento de obtener los mapas. Se puede añadir tantos mapas como se desee, en este caso se ha añadido uno de relieve y otro de vista satélite. Pero en la ilustración se observa todos los tipos que se pueden obtener. Por otro lado, se edita el mapa para escoger el tamaño de su superficie, la calidad de imagen, etc. Una vez definidos los mapas con los que se quieren trabajar, se elige cual se quiere mostrar en el área de trabajo.



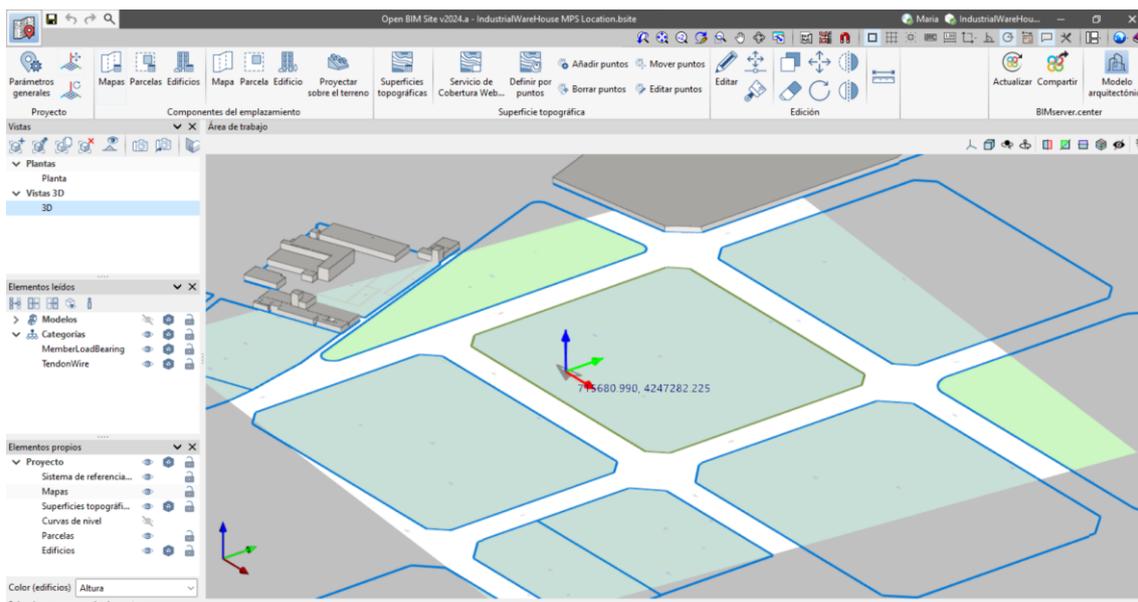
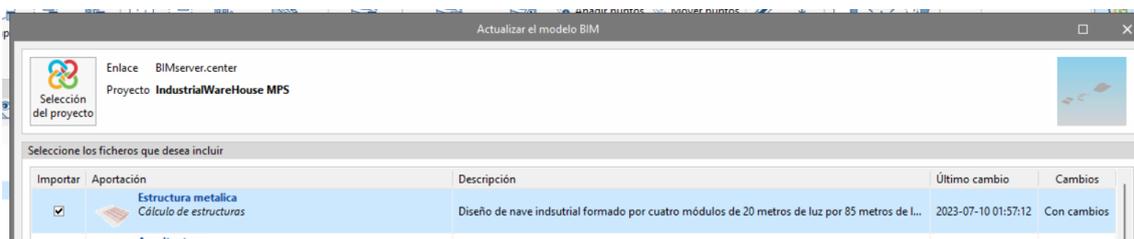


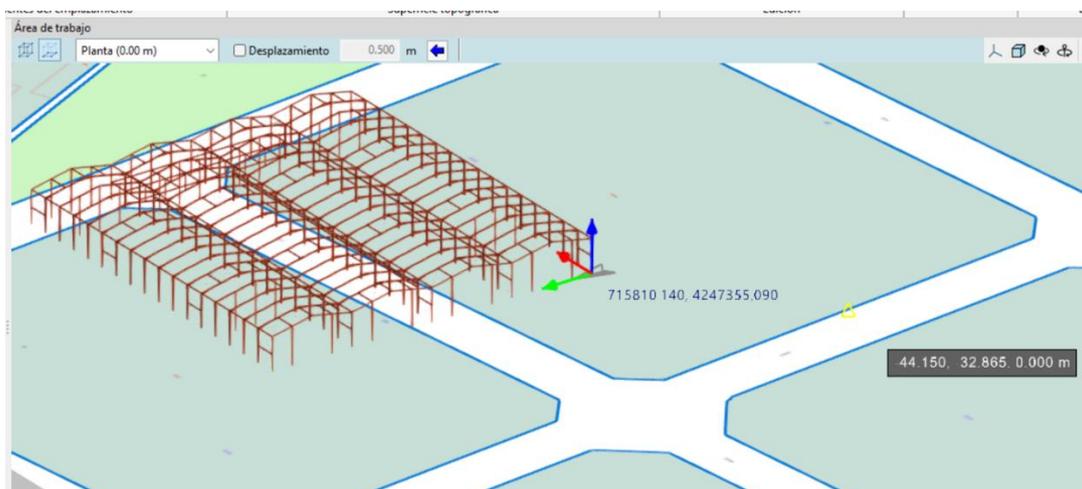
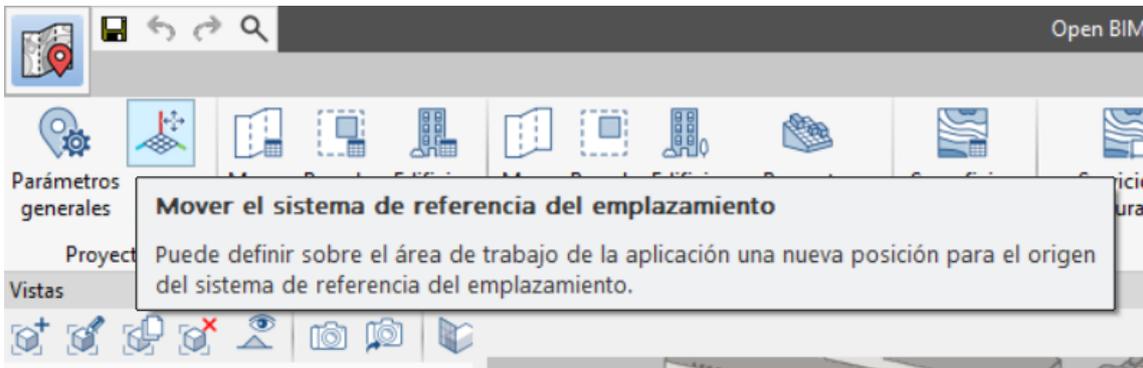
Ilustración 51. Planos Open BIM Site

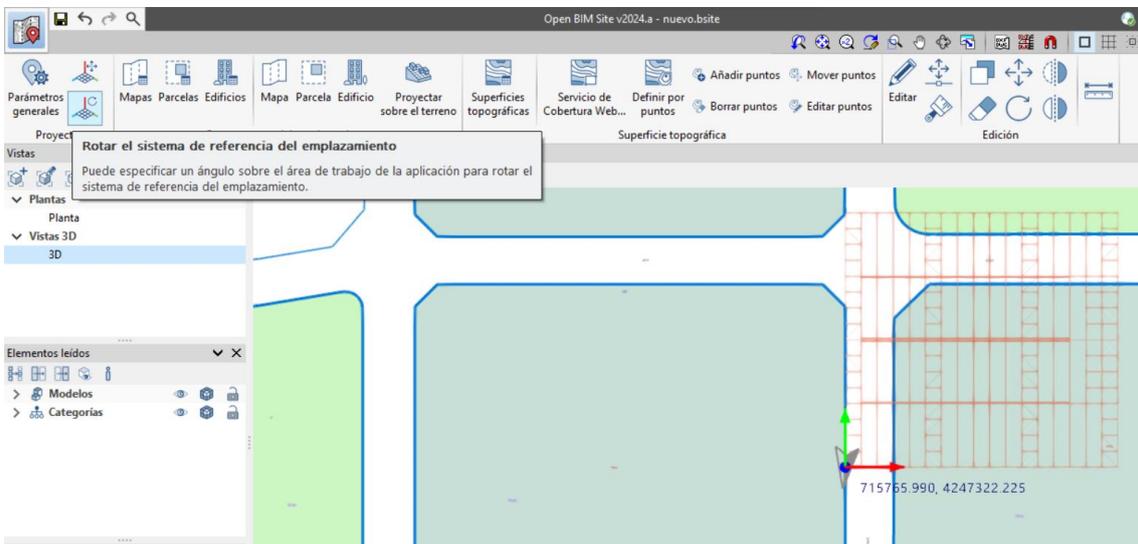
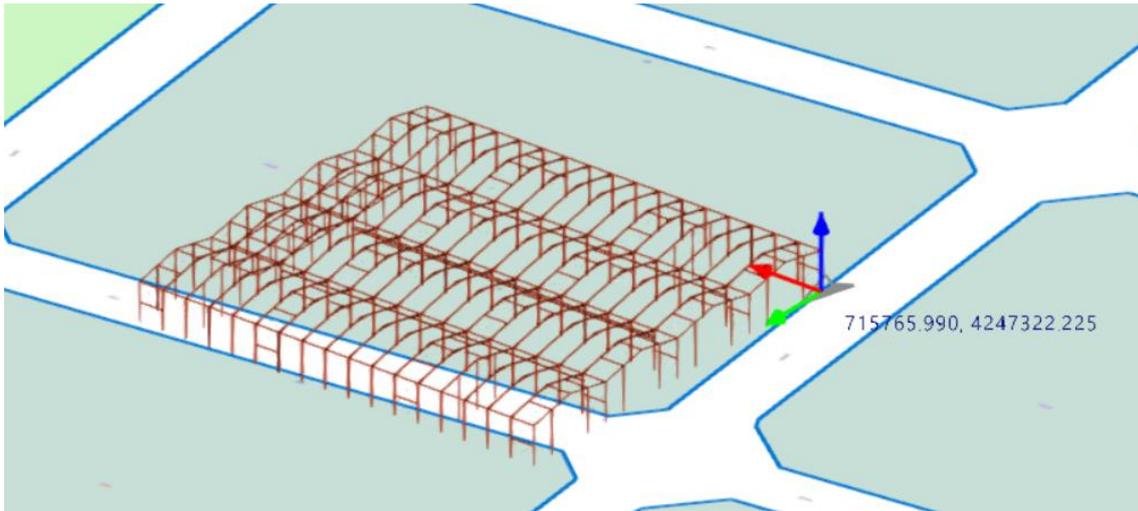
El objetivo para esta parte del proyecto es encajar la estructura en la ubicación que se requiere. Para ello, se utiliza la herramienta *actualizar* de BIM Server y se importa el archivo IFC de la estructura. Una vez la estructura está en el plano no va a coincidir con la ubicación en la que se quiere construir, por lo que hay que mover el sistema de referencia del emplazamiento.

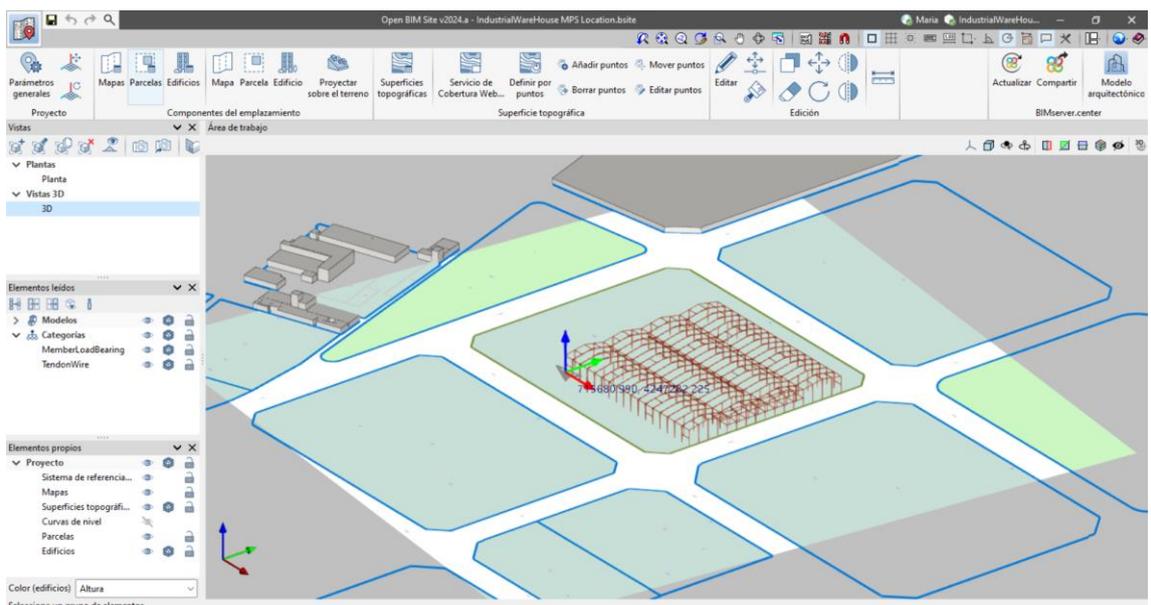
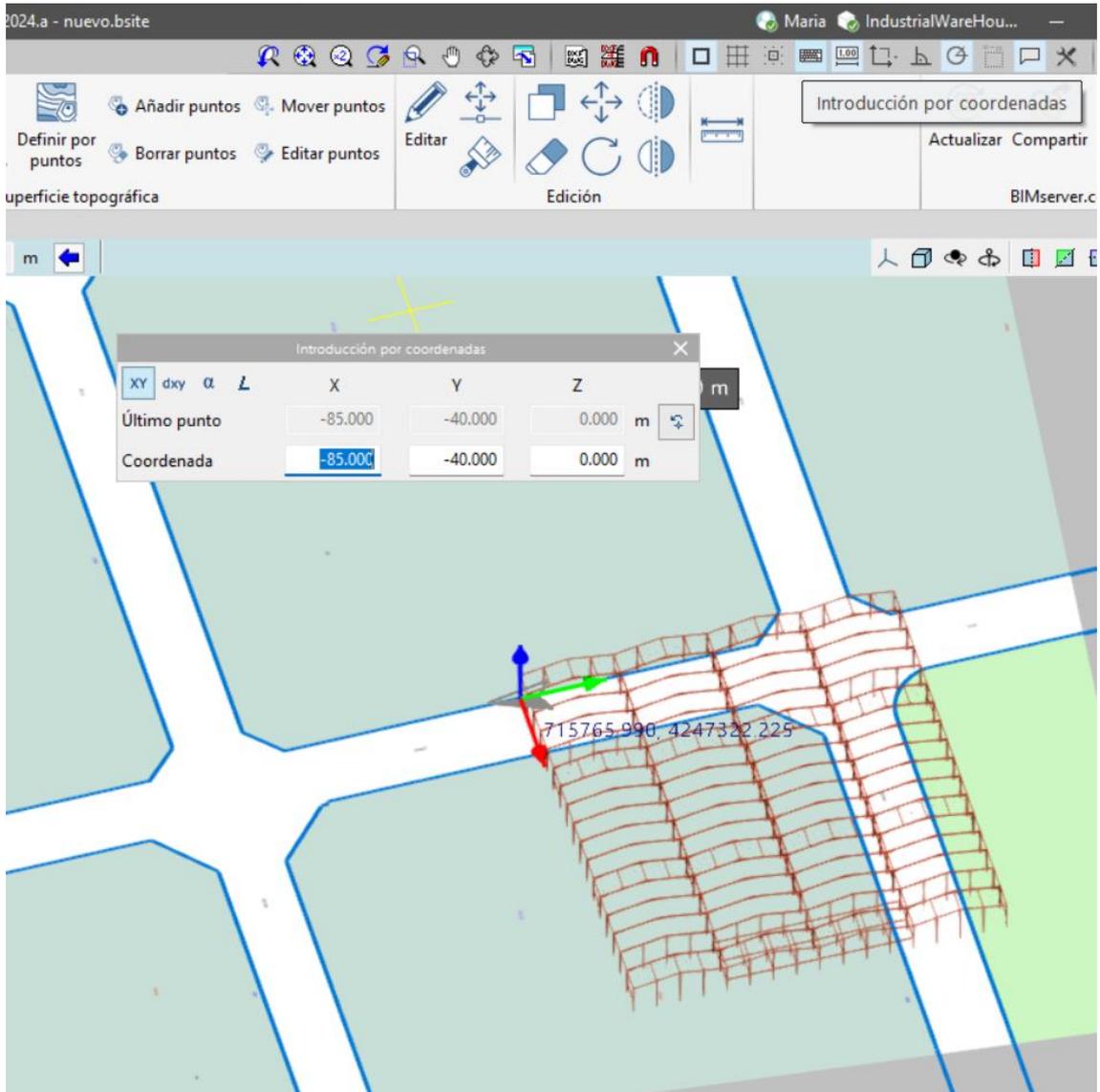
Se debe tener en cuenta que la estructura sí que se ha diseñado en CYPE 3D con una de sus esquinas en la coordenada (0,0,0) por lo que se debe mover el sistema de coordenadas justo en el punto que encaje la estructura en el lugar adecuado del terreno.

Para ello se usa la herramienta específica que tiene el programa *mover el sistema de referencia del emplazamiento*. El programa tiene la opción de poder capturar sobre el plano por lo que la estrategia será mover los ejes a un punto del terreno desde el cual se pueda medir distancias.









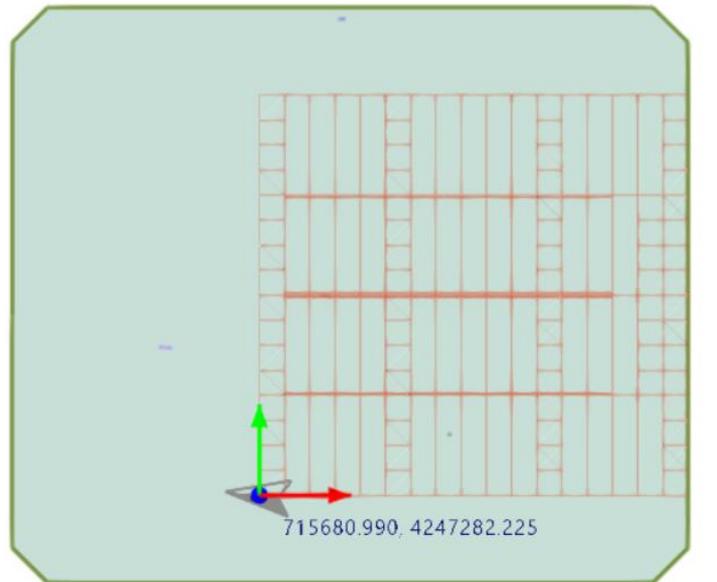


Ilustración 52. Estructura localizada en Open BIM Site

Una vez situada la nave en la posición donde se va a construir, se ha terminado la tarea en Open BIM Site. En este programa no hay planos ni listados. Para proseguir hay que realizar el procedimiento habitual: Compartir a BIM Server.

5. CYPE Architecture

CYPE Architecture es una herramienta de modelado arquitectónico 3D enfocada en la colaboración interdisciplinaria.

Con este programa se va a poder visualizar una versión realista del proyecto y por otro lado se crea un modelo IFC el cual va a poder leerse desde los programas de instalaciones y detectar las particiones, la solera, etc.

Para empezar a diseñar, teniendo en cuenta que la estructura ya está creada, se va a usar como guía para la arquitectura. Como en todos los programas, se seguirá el procedimiento habitual que es crear un proyecto nuevo, vincularlo al proyecto de BIM Server y actualizar con el modelo IFC que se quiera visualizar, en este caso la estructura que ya será la de StruBIM Steel para poder observar las uniones incorporadas en el edificio.

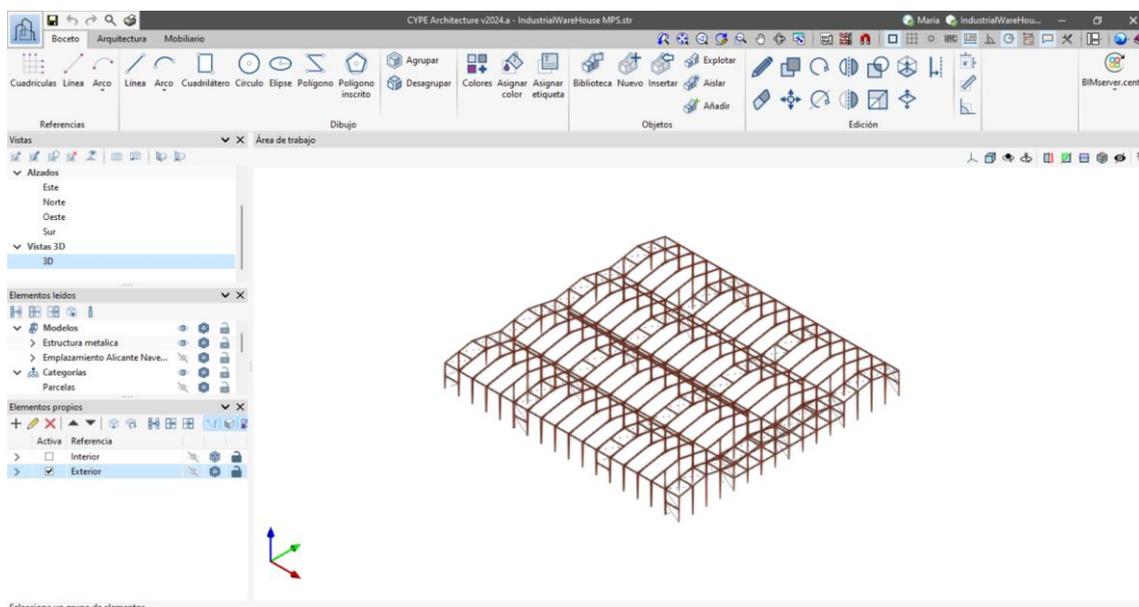


Ilustración 53. Imagen inicial en CYPE Architecture

En la anterior imagen se puede observar la interfaz del programa. Se puede visualizar las tres pestañas en la parte superior que indican boceto, arquitectura y mobiliario. El uso correcto es trabajar en orden pero siempre se puede volver atrás. En la pestaña boceto, como indica el nombre, se va a realizar el dibujo de la apariencia ilustrativa del edificio. Se puede observar su resultado en la ilustración 2 de la memoria.

Para hacerlo, se utiliza las herramientas de dibujo, normalmente líneas y se va capturando puntos de la estructura. Al formar silueta cerrada, se forma una superficie, que más tarde en arquitectura se podrá utilizar como guía para elementos constructivos. En las siguientes ilustraciones se ve un ejemplo de línea y de superficie.

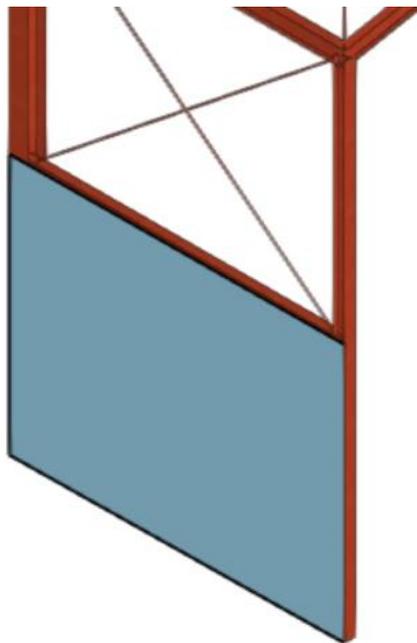
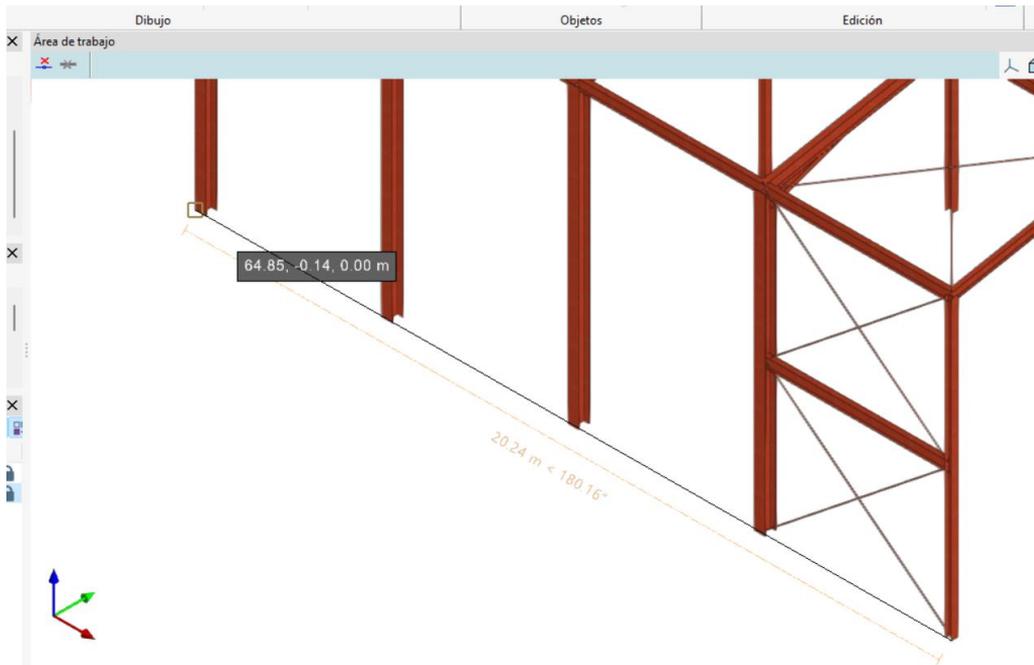


Ilustración 54. Muestra de boceto

Al tener el boceto preparado, se continúa en la ventana de arquitectura. Se puede observar la interfaz de esta ventana en la siguiente ilustración:



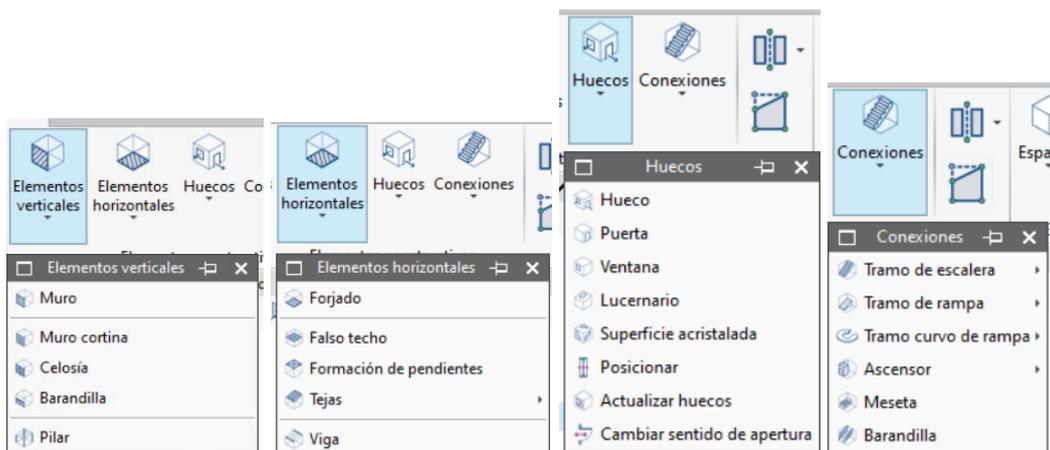


Ilustración 55. Interfaz de la ventana arquitectura

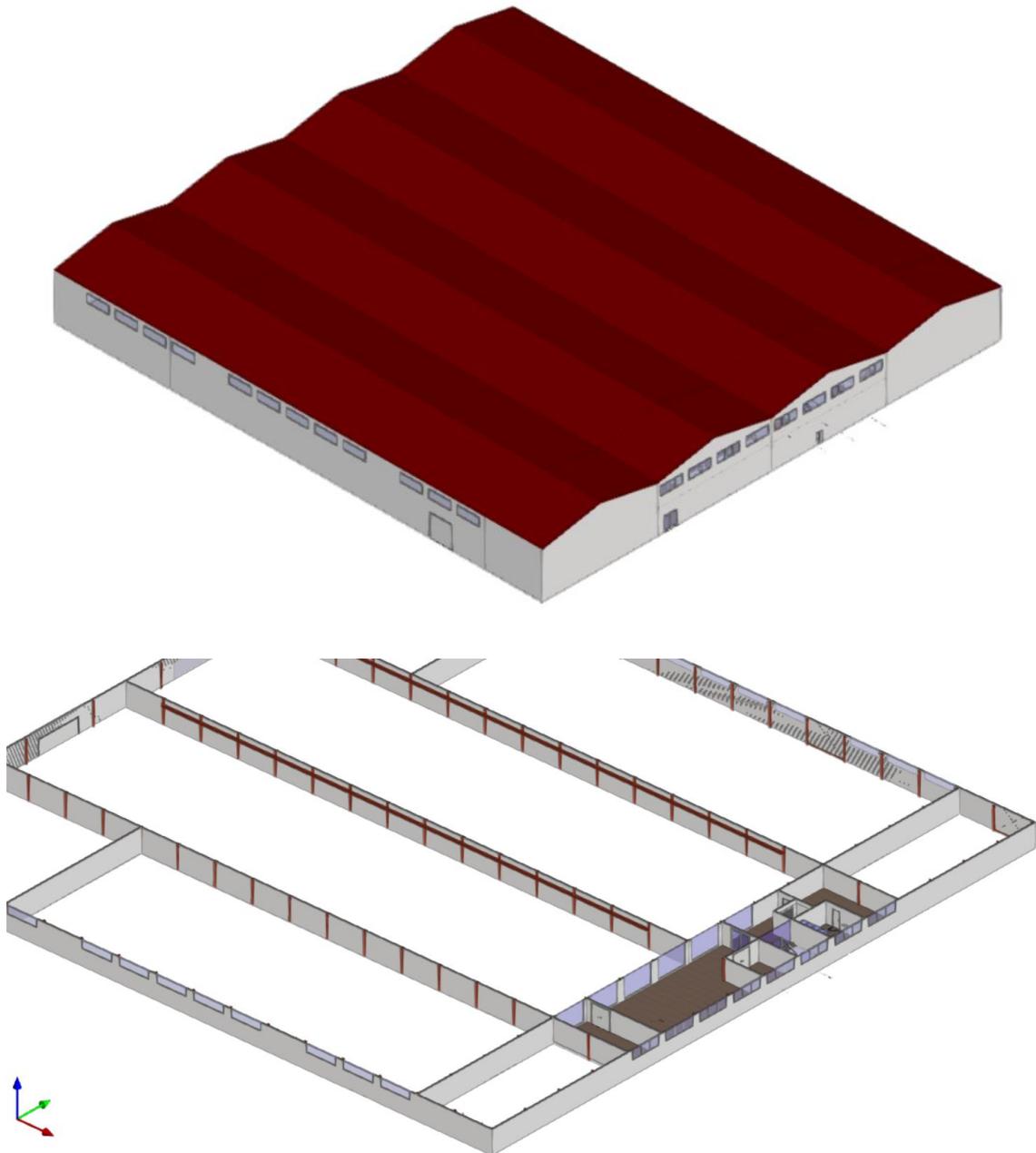
En este proyecto, haremos uso de las herramientas disponibles, empleando cada una de ellas de manera adecuada y según su funcionalidad específica. De manera que se diseña toda la nave según los espacios programados. Para la zona de la oficina se crean los habitáculos en orden de respetar los pilares para que no haya pilares fuera de la línea de las particiones.

Por otro lado siguiendo los elementos de interfaz de la ventana de arquitectura se puede observar la herramienta *espacios*, con la cual defines un recinto cerrado que está delimitado por particiones y forjados. Sirve para organización en este y los posteriores programas en los que se vaya a utilizar el modelo IFC de CYPE Architecture.

La herramienta *colores* va a servir para poder cambiar los colores de los elementos constructivos pero además, para poder darles texturas. CYPE Architecture tiene una biblioteca de texturas las cuales abarcan desde mármol, madera, piedra hasta hormigón, césped, moqueta, cristal, etc.

También está la ayuda de la resolución de encuentros, ya que, puede que al ir diseñando no se dé un buen resultado de encuentro en una esquina o entre plantas y con esta herramienta se queda la arquitectura resuelta de manera correcta.

Resultado:



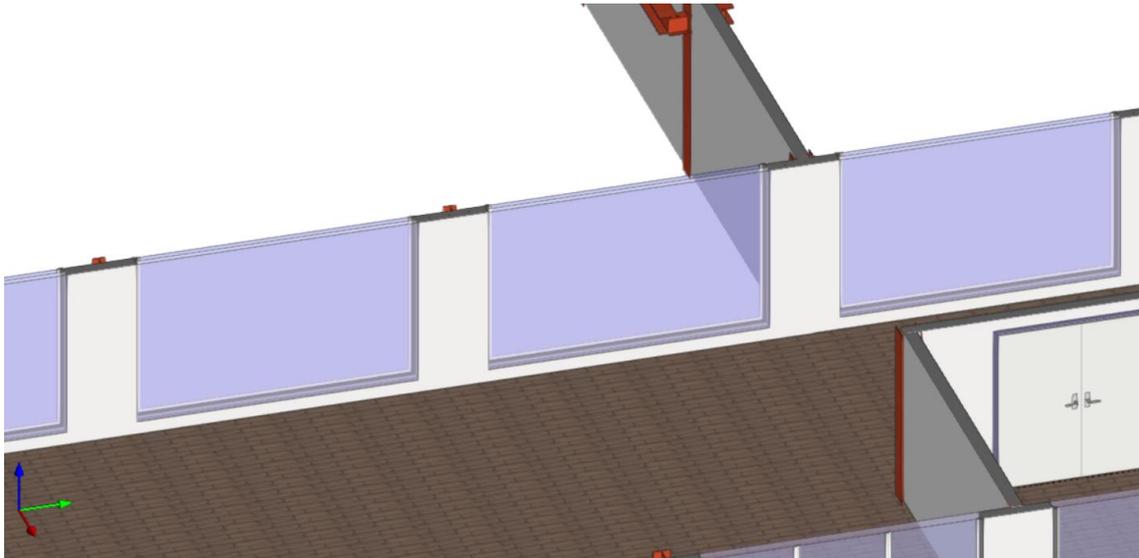


Ilustración 56. Resultado arquitectura

Se observa como la estructura queda integrada con los elementos arquitectónicos.

Finalmente tras tener el edificio diseñado, se continua en la ventana de mobiliario donde se tiene algunos elementos que pueden ayudar a observar la construcción desde un punto más realista.



Ilustración 57. Interfaz de la ventana mobiliario



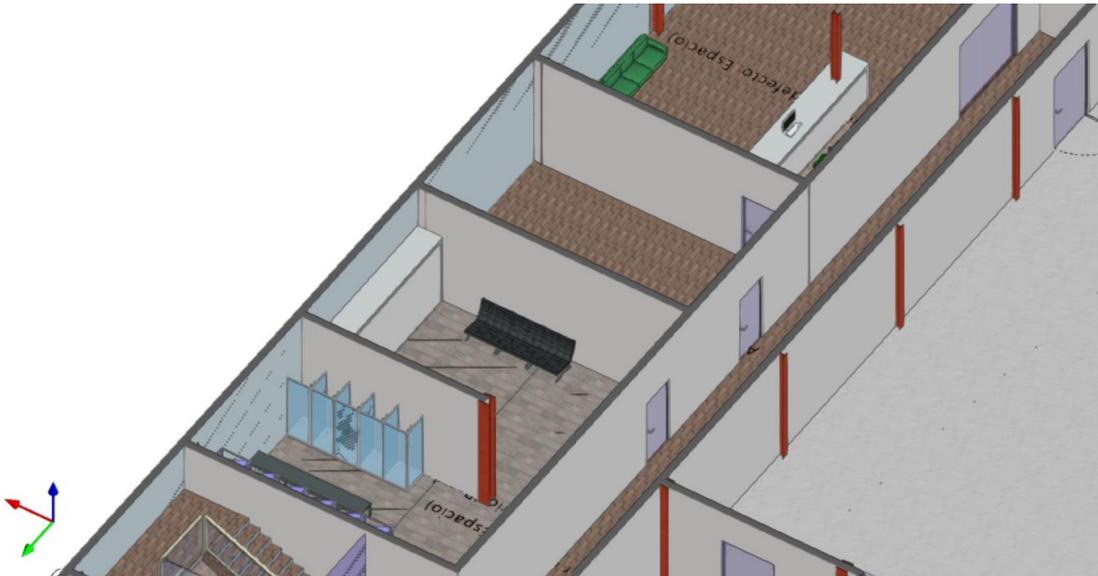


Ilustración 58. Resultado arquitectura junto a mobiliario

Y para terminar, con la nave industrial ya terminada, se va a incorporar el modelo IFC del Open BIM Site, el cual permite observar el plano y además, se va a diseñar el espacio exterior.

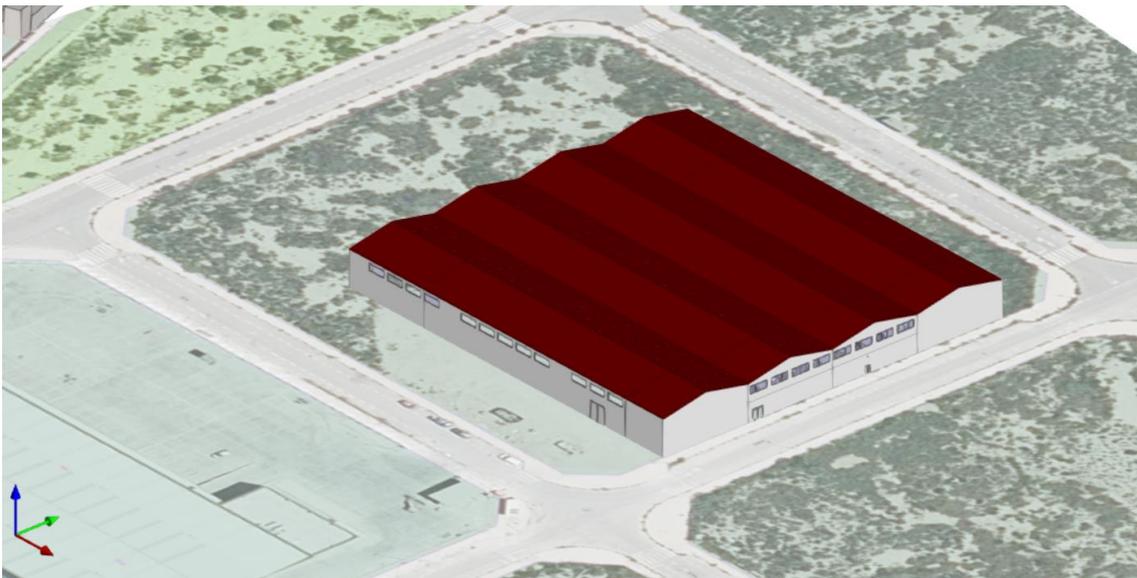


Ilustración 59. Edificio en emplazamiento

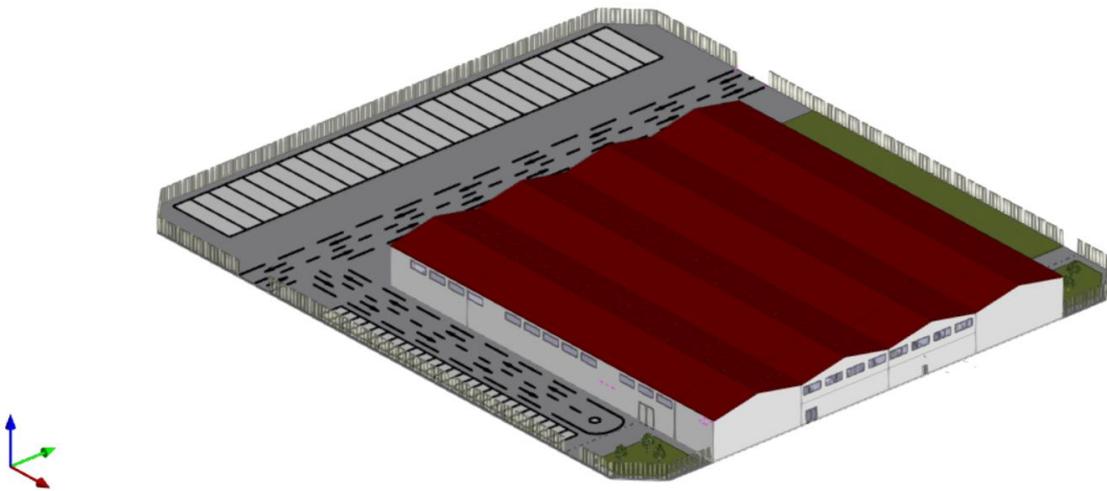


Ilustración 60. Zona exterior

Se exporta a BIM Server la obra finalizada.

6. Open BIM LayOut

Se continúa con Open BIM LayOut, herramienta que elabora planos arquitectónicos que incluyen vistas y secciones generadas mediante modelos BIM.

Este programa es de salida para crear los planos que se incorporan a la memoria.

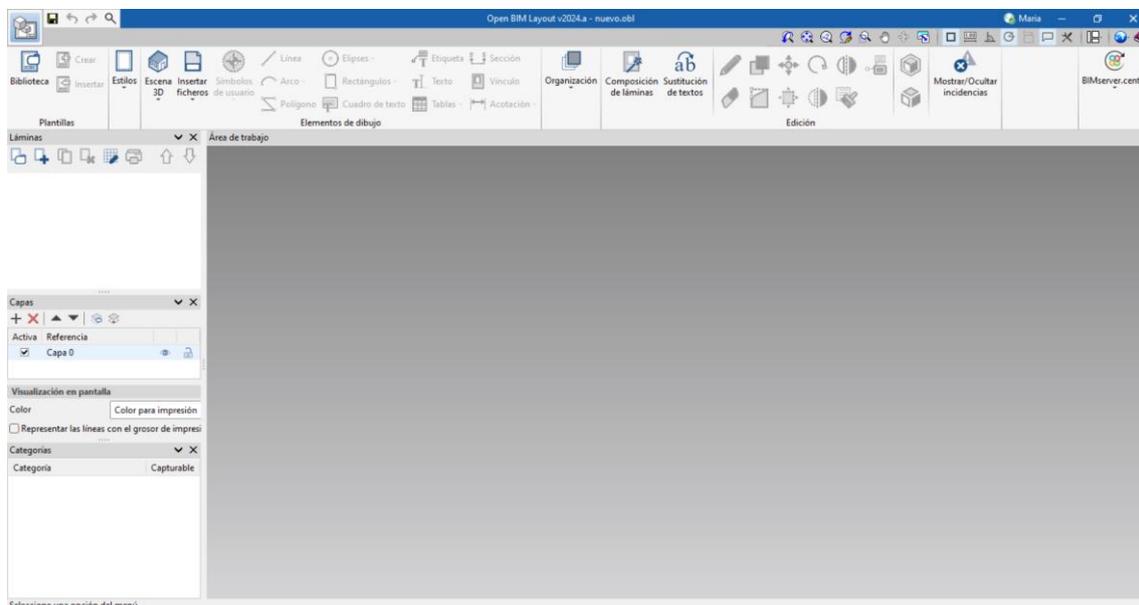


Ilustración 61. Interfaz de Open BIM LayOut

El funcionamiento es simple, se vincula y se actualiza del proyecto de BIM Server los archivos IFC que se quiera plasmar en los planos. Utilizando la herramienta *escena 3D > biblioteca de escenas* se va poder crear diferentes escenas escogiendo los atributos que se quieran enseñar o las particiones que se quieran hacer o las vistas que se quieran mostrar en la plantilla. Aquí estarán todos los modelos IFC que se hayan traído y se podrá escoger con cual trabajar o trabajar con varios a la vez.

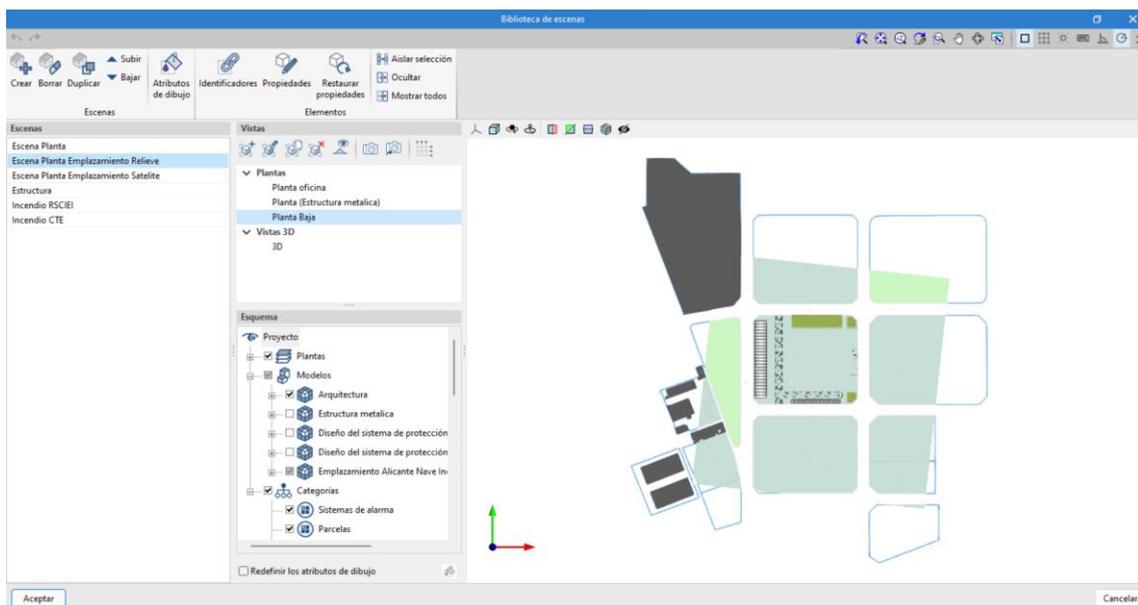


Ilustración 62. Biblioteca de escenas

Cuando ya se tiene descritas las escenas (siempre puedes volver a editar y añadir o eliminar), se crean las láminas (*Láminas > Crear láminas*). Las láminas pueden no tener plantilla, puedes crearte tu propia plantilla (*Plantillas > Crear*), pueden tener cuadrícula (*Láminas > Cuadrícula*) o puedes insertar ya una plantilla predeterminada (*Láminas > Biblioteca*) o importada de un diseño que hayas hecho anteriormente. Con las herramientas de *elementos de dibujo* se crean las plantillas y si se quiere añadir detalles a los planos.

Los detalles a los planos, independientes a las plantillas, son cuadros, textos, etiquetas, tablas y acotaciones.

En este proyecto se ha creado una plantilla con cajetín predeterminado. El cajetín predeterminado significa que hace uso de la herramienta *sustitución de textos*, esta utilidad sirve para poder utilizar la plantilla en diferentes proyectos y también dentro del mismo proyecto y que este caracterizada. Donde se ponga la expresión de la columna *uso* como texto en el plano, aparecerá el término de la columna *valor*. Existen variables predefinidas por el programa pero también se pueden crear.

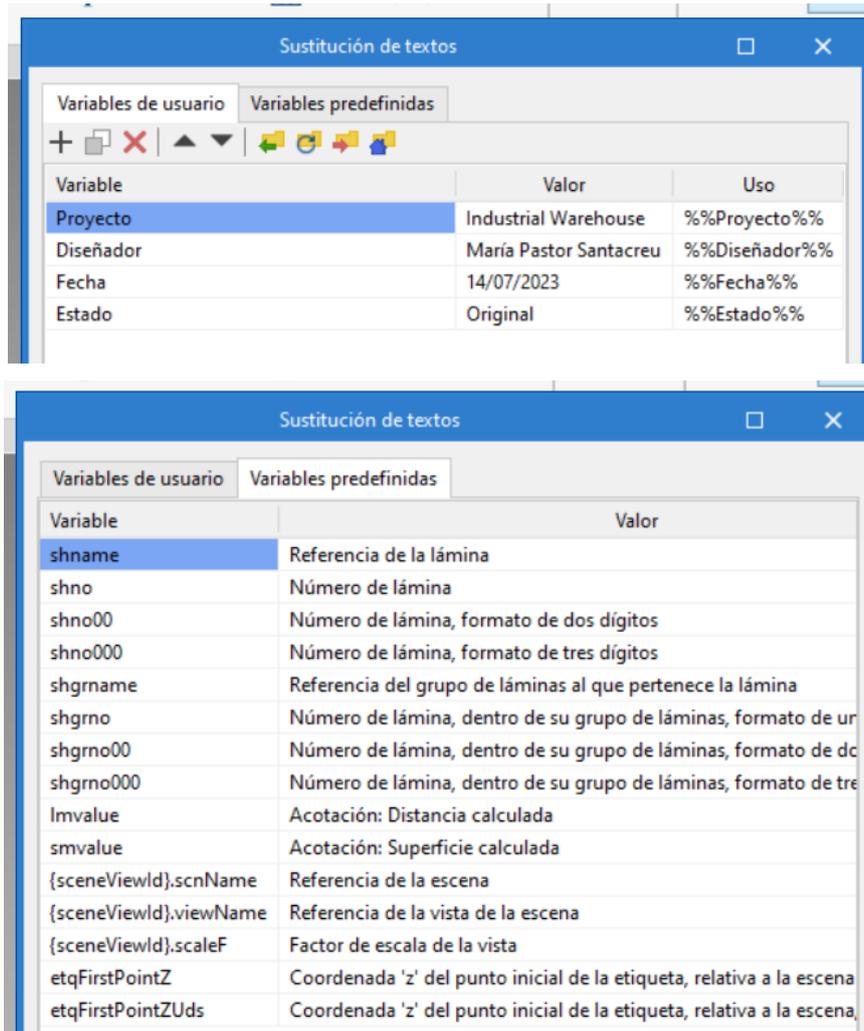


Ilustración 63. Sustitución de textos

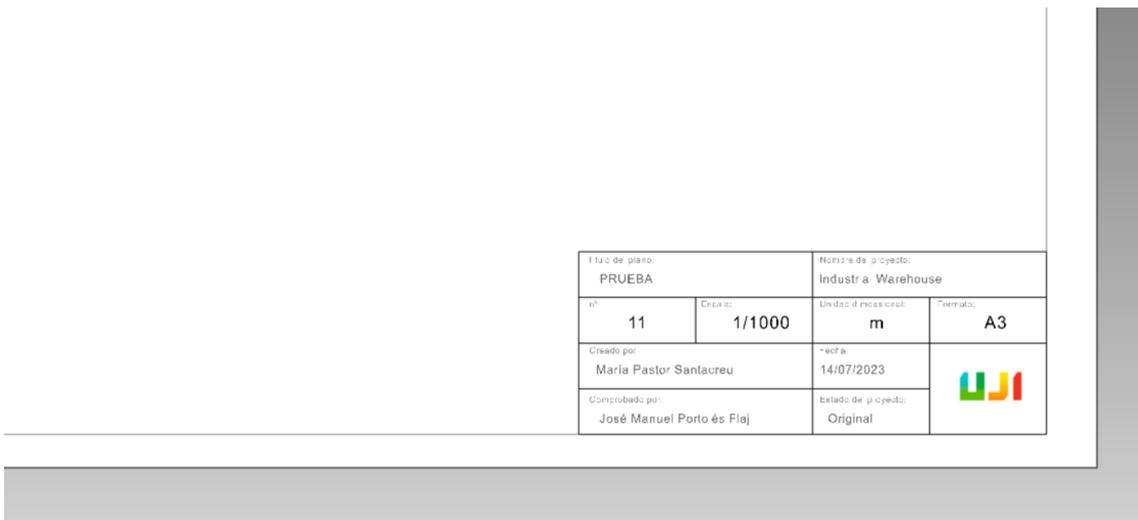


Ilustración 64. Cajetín del proyecto

Una vez dibujada o insertada la plantilla, se introduce la escena en el plano con *Escena 3D > Insertar*. Y ya se van creando planos según necesidad del proyecto. Se puede agrupar los planos

en grupos de planos como se puede ver en la ilustración de este proyecto donde se distinguen los planos de situación, de arquitectura y de estructura.

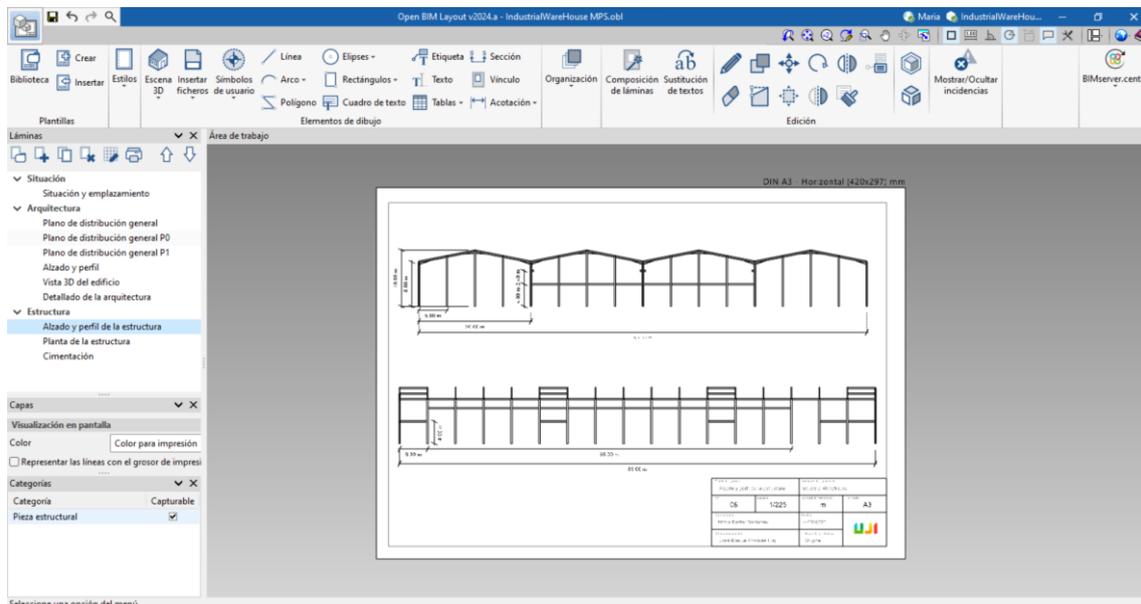


Ilustración 65. Planos

Cuando se finaliza la creación y edición de los planos, se imprimen desde el botón *Imprimir* (en *láminas*).

7. CYPEFIRE

El programa CYPEFIRE tiene la función de validar las reglas básicas de seguridad contra incendio sobre modelos BIM: protección pasiva (compartimentación, evacuación, propagación exterior, ...) y activa (extintores, detectores, ...).

En la siguiente ilustración se muestra la interfaz del programa y las herramientas con las que cuenta.

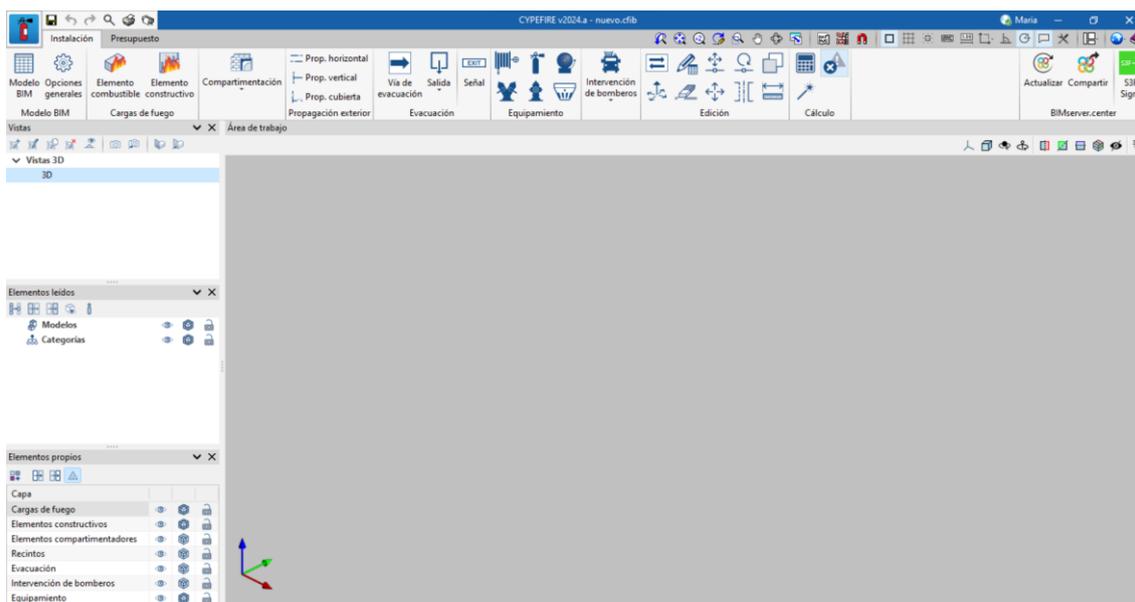


Ilustración 66. Interfaz CYPEFIRE

El programa tiene la opción de poder trabajar con las verificaciones del CTE DB SI o del RSCIEI según se necesite. En la ventana de opciones generales se caracteriza todas las comprobaciones y su criterio de cálculo.



Ilustración 67. Opciones generales CYPEFIRE

La particularidad de este proyecto es el uso del programa por separado para los dos sectores con diferentes normativas aplicadas. En el apartado de incendios de la memoria se expone el porqué. Por lo tanto, se va a crear dos archivos diferentes dentro del mismo proyecto para los cuales se hará la comprobación de una normativa u otra. Ambos archivos tendrán el mismo modelo IFC, que es el modelo de CYPE Architecture de la nave. Y para el cálculo de ambos archivos se tendrá en cuenta como sector de incendio los recintos afectados.

Para empezar, se vincula e importa del proyecto de BIM Server el modelo. Este modelo va a traer los recintos definidos, por lo que al introducirlo el programa va a preguntar por la ocupación de esos.

Referencia	Tipo de cálculo	Ocupación	Unidad
Nave Principal A	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Pintura	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Nave Secundaria A	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Almacén A	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Nave Principal B	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Almacén B	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Nave Secundaria B	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Reparación	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Entrada	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Pasillo distribuidor	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Espacio_011	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Administración	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Vestuario	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Ascensor planta baja	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Pasillo instalaciones	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Espacio_016	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Instalación suministro de agua	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Instalación incendios	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Sala de reuniones	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Oficina	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Despacho	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Escalera Planta Oficinas	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Pasillo Planta Oficinas	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Ascensor Planta Oficina	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Aseo	Densidad de ocupación	0	personas/m ²
Sala relajación	Densidad de ocupación	0	personas/m ²

Ilustración 68. Ocupación recintos en CYPEFIRE

Una vez definida la ocupación, hay que crear los sectores de incendio. Para ello se hace uso de la herramienta *Modelo BIM* (al lado de opciones generales) donde se va a poder definir y editar todo lo que se introduzca en el modelo como parte de la instalación contra incendios. En este caso se irá a la ventana de sectores de incendio y se añadirá los sectores necesarios de cada parte.

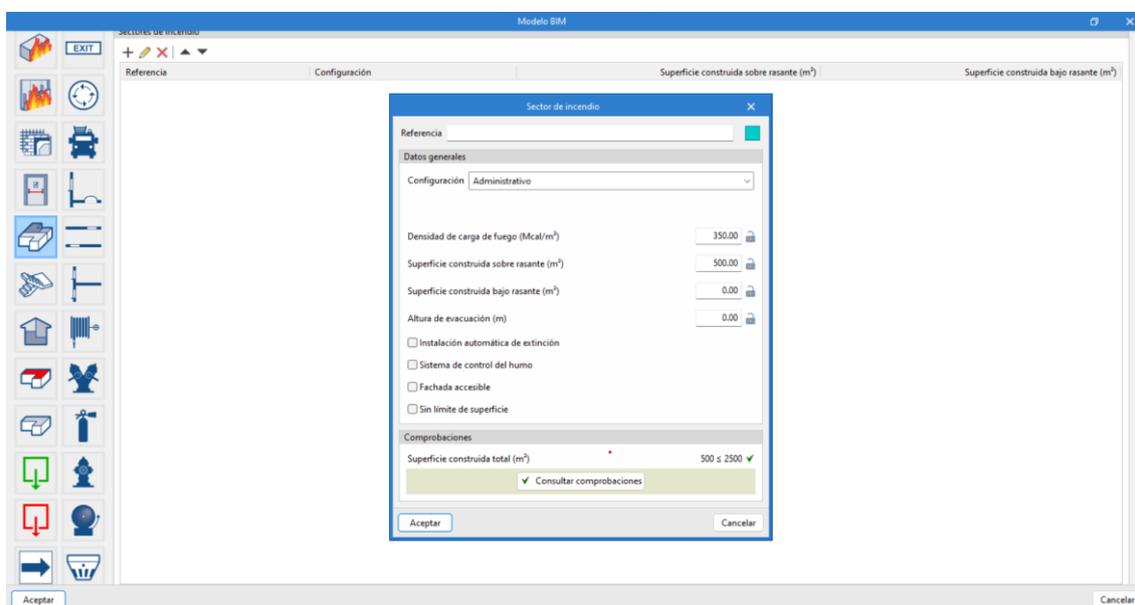


Ilustración 69. Modelo BIM CYPEFIRE

Una vez caracterizados los sectores de incendio, hay que asignarlos a los recintos. El programa trabajará sobre los sectores de incendio que se indiquen, por lo que no hay problema en que los recintos que no se calculen en un archivo u otro se mantengan. Sería el mismo procedimiento

para el espacio donde haya escaleras. Una vez finalizada la caracterización de los sectores, hay que definir las cargas de fuego.



Ilustración 70. Asignación de sectores de incendio

Las cargas de fuego se pueden definir desde la herramienta *Modelo BIM* o directamente sobre el plano. Desde la herramienta se puede ubicar con las coordenadas y desde el plano se señala directamente sobre el modelo. Ambas maneras son correctas y ambas se quedan registradas en las cargas de fuego del *Modelo BIM*. En la ilustración se observa cómo se introduce el combustible, que se puede escribir los propios datos o coger predefinidos de la tabla 1. Densidad de carga de fuego media de actividades industriales según el R.D. 2267/2004.

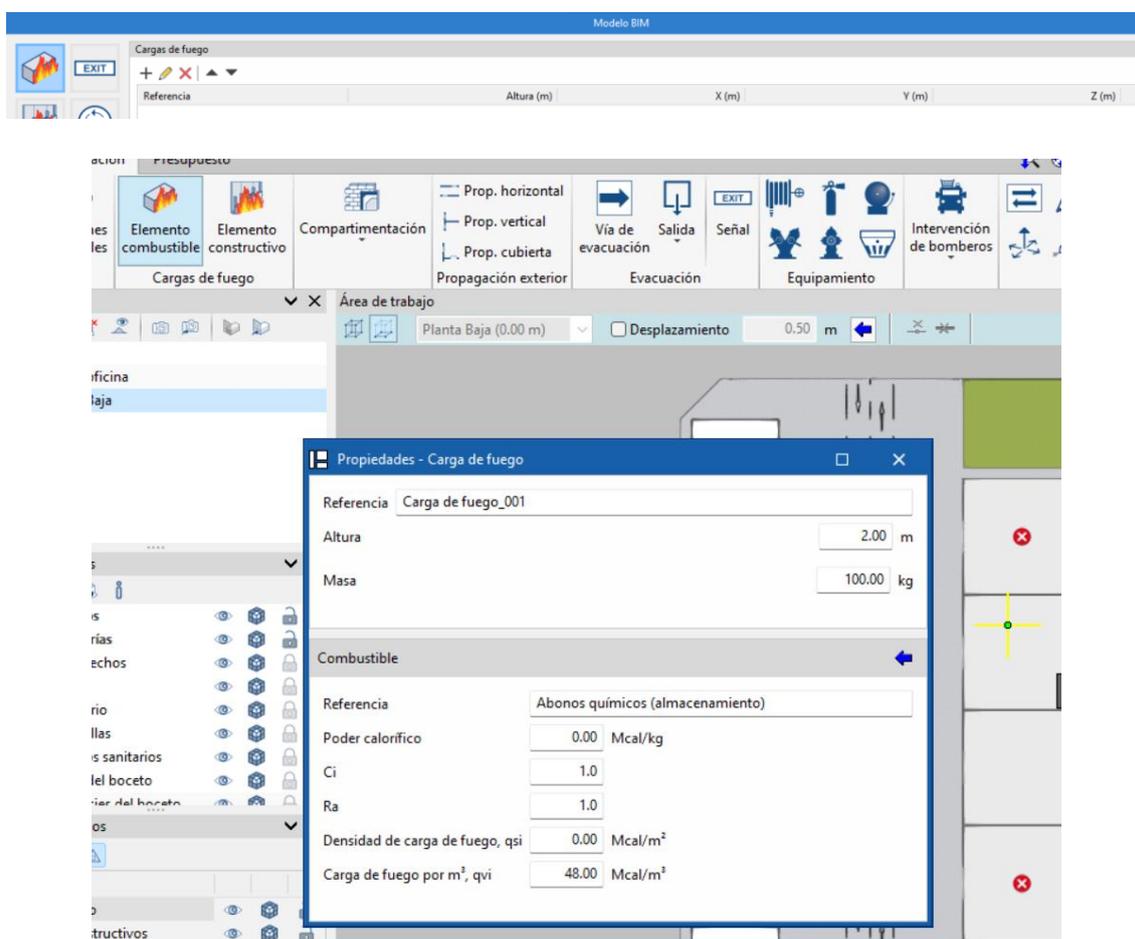


Ilustración 71. Cargas de fuego

En este punto el edificio ya tiene sus características. Para el cálculo se va a seguir la estrategia de dejar trabajar automáticamente al ejecutar la herramienta *Calcular* y tener activada la opción de *Mostrar/Ocultar incidencias* y de esa manera saldrá el aviso en la esquina inferior derecha de la pantalla de lo que van necesitando los sectores.

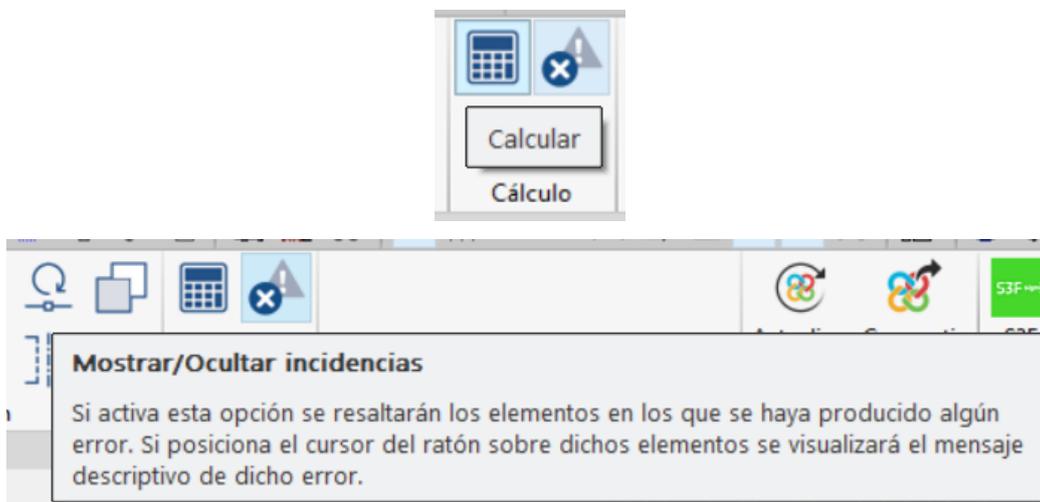
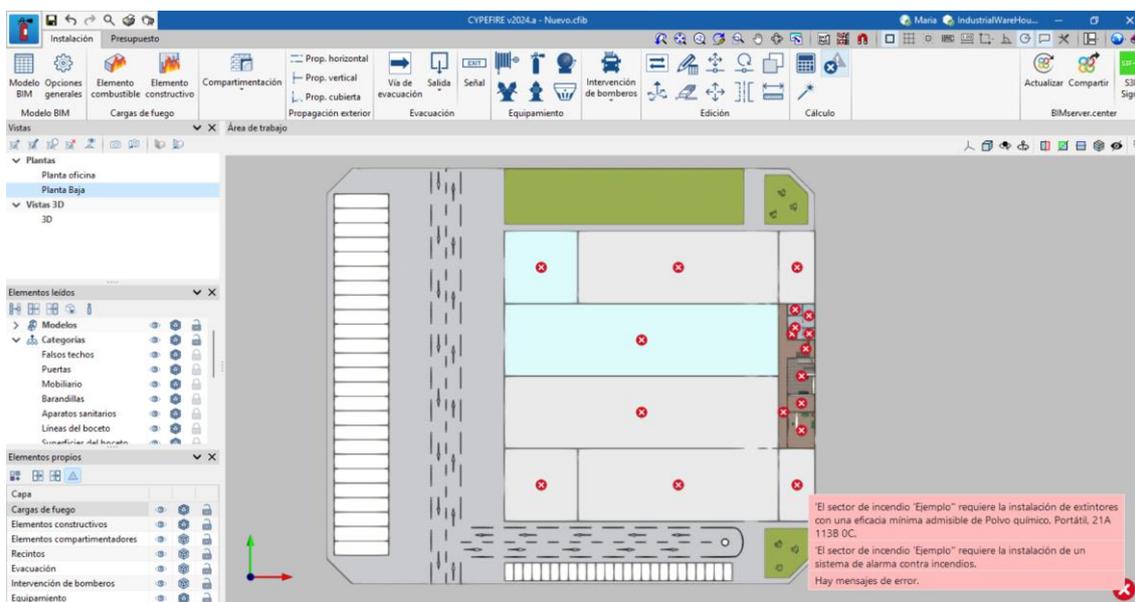


Ilustración 72. Calculo de instalación contra incendios

Cuando se mantiene el ratón sobre el icono de la esquina inferior derecha te indica lo que necesitan los sectores y además indica que también se debe ir a consultar los mensajes de error del propio recinto ya que cada uno tiene sus propios errores.



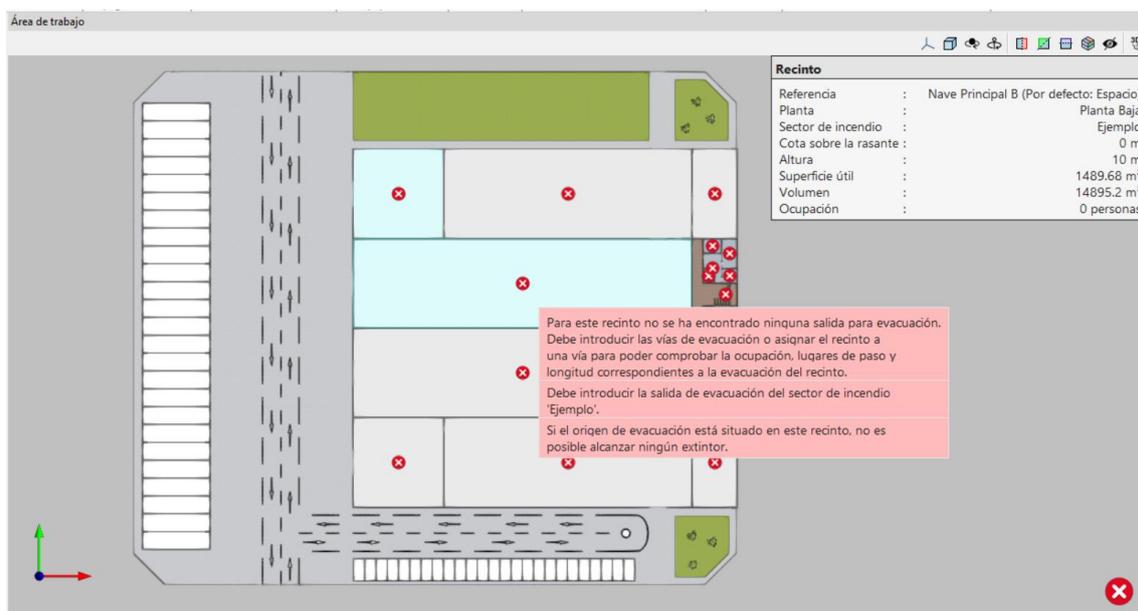


Ilustración 73. Mensajes de error CYPEFIRE

A partir de lo que necesite cada recinto y a cada sector se diseña la instalación. Las herramientas para ello se muestran en el parte superior. Por lo que en orden, en primer lugar se disponen de las particiones de los sectores, se debe de poner donde vaya a ser necesario definir la partición porque hay otros sectores, si no, no es necesario, por ejemplo en este caso no hace falta indicar la partición horizontal respecto a planta por debajo de la cota 0 metros ya que no va a haber ningún sector de incendios (ni si quiera construcción).

Cada elemento que se añade se caracteriza desde su propio menú. Para la introducción de particiones se pide el tiempo de resistencia al fuego y el modo de introducción, además de indicar si sería medianera o no.

Al terminar y comprobar, el programa indicara si falta o sobran las particiones.

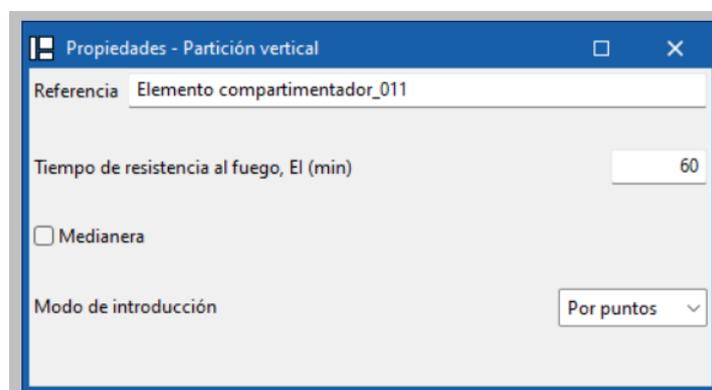


Ilustración 74. Propiedades particiones

Se prosigue con el diseño de vías de evacuación, como propiedad solo se indica la anchura. Debe haber inicio de ruta en cada sector, no se indicará como correcto si la vía pasa a través del sector sin iniciarse en el mismo. Por otro lado la advertencia sobre las vías es si supera la longitud requerida por la normativa y por lo tanto, necesidad de más salidas. Se observa desde la ilustración de la interfaz del programa que al lado de la herramienta *Vía de evacuación* esta *Salida*, se incorpora al plano en el final de las vías para indicar tanto salida de planta como de edificio.

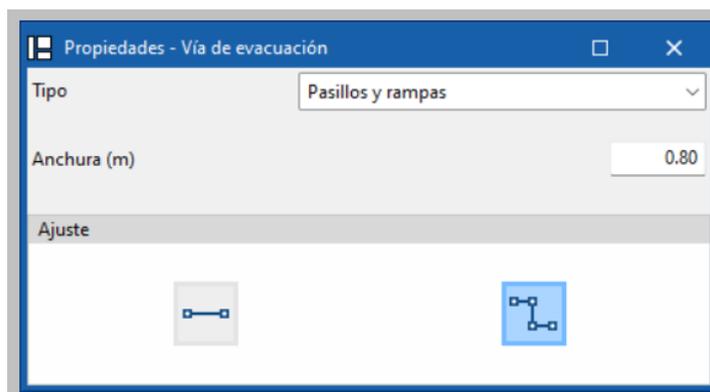


Ilustración 75. Propiedades vía de evacuación

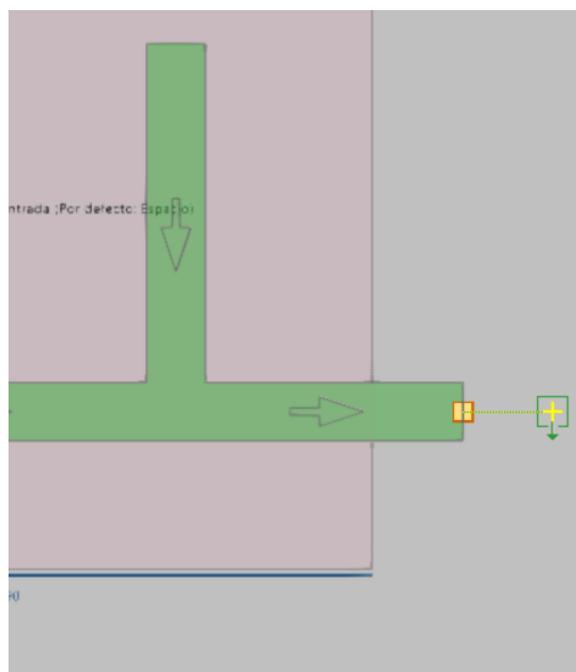


Ilustración 76. Salida de evacuación

Siguiendo en orden esta la herramienta de pestaña, la cual el programa no comprueba pero complementa la instalación.

Con el equipamiento se tiene seis diferentes opciones:

- i. Bocas de incendio equipadas
- ii. Extintores
- iii. Sistemas de alarma
- iv. Columnas secas
- v. Hidratantes
- vi. Sistemas de detección

Todas las opciones son caracterizarles y se sitúan en el plano con el ratón. El programa detecta que elementos hay en cada sector y cuantos son necesarios. Se da por correcto cuando supera el mínimo requerido según las características del sector.

Y finalmente la intervención de bomberos. En este caso como se tiene espacio exterior se define cierta zona para la llegada de bomberos en caso de incendio. La herramienta es una ayuda para acotar un área del terreno.

En esta parte se realiza el cálculo para determinar si la obra está bien diseñada. Además, es importante mencionar que hay otra herramienta ubicada debajo del botón de *Calcular* llamada *Dimensionar*. Esta herramienta ayuda con todo el proceso de instalación, una vez que se hayan caracterizado los sectores y sus elementos combustibles. Su función es realizar la instalación de los elementos constructivos necesarios. El equipamiento y la intervención de bomberos se realizan de manera manual ya que hay diferentes factores que afectan al diseño.

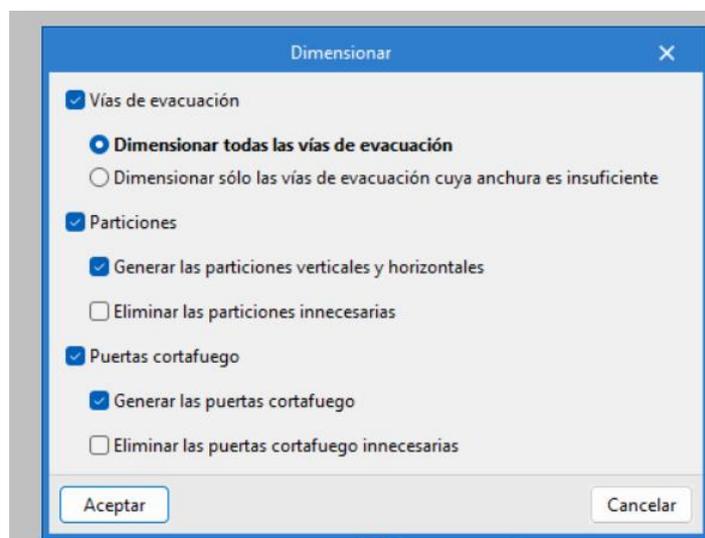


Ilustración 77. Dimensionar CYPEFIRE

Una vez terminada la obra (para ello no debe haber ningún mensaje de error) se podrá obtener el presupuesto, planos y listados.

El presupuesto tiene una ventana propia. Al incorporarse en esta ventana, lo primero que se debe hacer es actualizar la medición, en el extremo derecho. De esta manera se incorpora la medición de los elementos al presupuesto.

En parámetros generales se va a poder elegir con que moneda trabajar y parámetros generales de la vista del presupuesto. Para ponerle precio a los elementos, se puede hacer de diferentes maneras.

- i. Banco de precios: Se trata de importar un archivo BC3 en el cual ya se tengan los componentes con su valor y su descripción.
- ii. Manualmente: Si se tiene el precio de alguna empresa particular, se tiene la opción de escribirlo.
- iii. Importando capítulos desde la página web del generador de precios¹. Para ello hay que abrir base de datos del proyecto y se abrirá la ventana de la ilustración 79 donde habrá que arrastrar a los elementos el capítulo que se le determine. Con arrastrar se hace referencia a pulsar con el ratón sobre la herramienta de exportar FIE BDC y soltar el ratón encima de la unidad correspondiente.

Esta es la estrategia que se ha utilizado en esta parte del proyecto.

¹ Generador de precios es una página web que proporciona una base de datos actualizada de precios unitarios de materiales, mano de obra y equipos que se utilizan en obras de construcción. Estos precios unitarios son utilizados para realizar presupuestos y estimaciones de costos de proyectos de construcción, facilitando a los profesionales del sector la elaboración de propuestas y ofertas.

La herramienta cuenta con una amplia variedad de partidas o conceptos de obra, que cubren prácticamente todos los aspectos constructivos, desde cimientos hasta acabados. Además, se actualiza periódicamente para reflejar los cambios en los precios y los materiales del mercado.

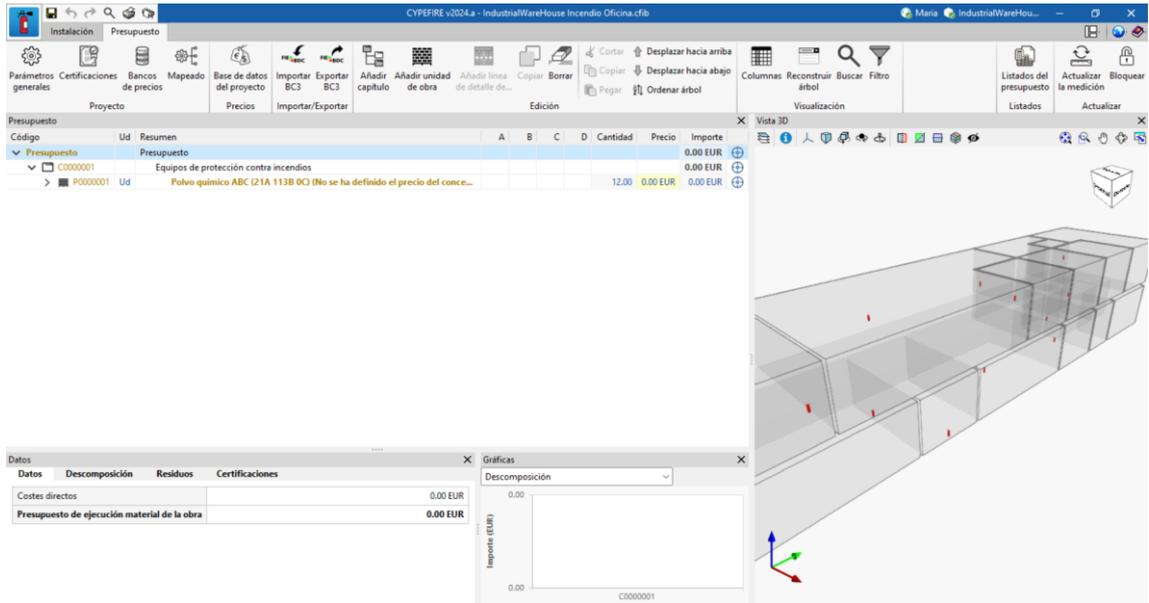


Ilustración 78. Interfaz ventana presupuesto

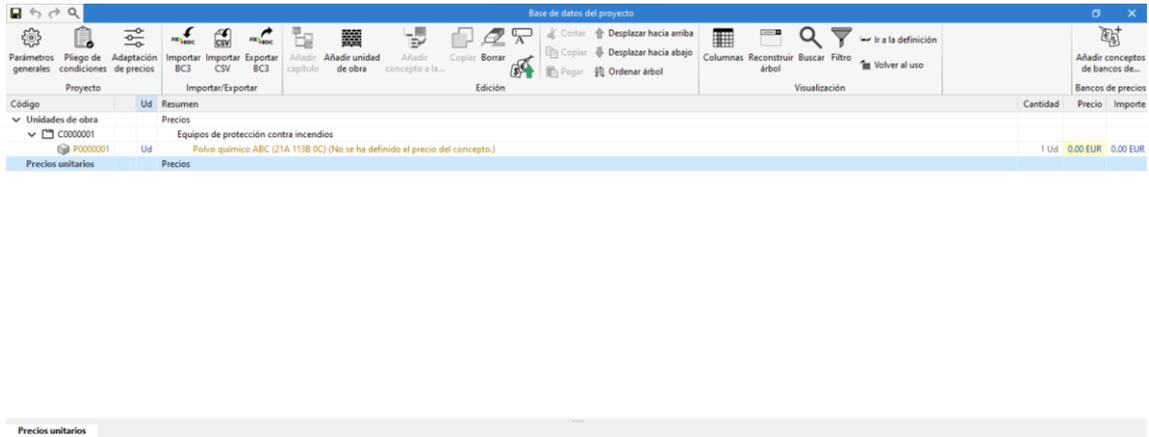


Ilustración 79. Base de datos del proyecto

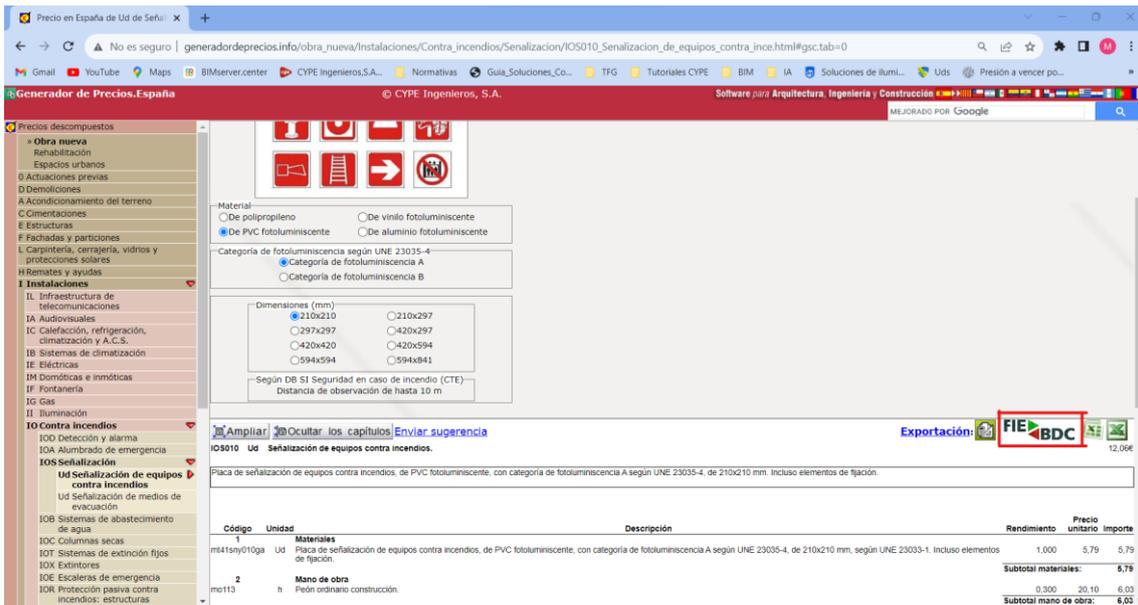


Ilustración 80. Ejemplo capítulo generador de precios

Una vez terminado con el presupuesto, desde el menú principal se sacarán los listados y los planos. Se escogen los listados que se quieran sacar y se caracterizan los planos según convenga.



Ilustración 81. Listados CYPEFIRE

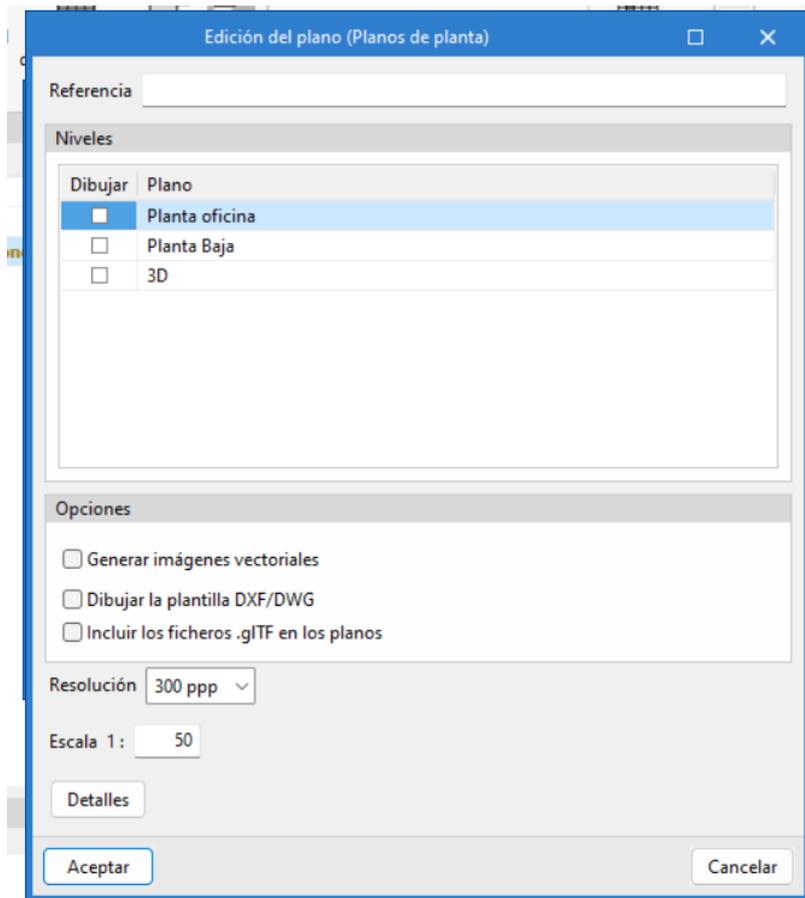


Ilustración 82. Planos de CYPEFIRE

Y se terminaría la parte de la instalación de incendios. Como siempre, se deberá exportar la obra al servidor de BIM Server.

8. Arquímedes

El último programa que se va a utilizar es Arquímedes. Su función es la de obtener mediciones, presupuestos, certificaciones, pliegos de condiciones y libro del edificio (incluso manual de uso y mantenimiento). Con medición y certificación a partir de ficheros DXF y DWG.

En este programa se unirá la parte de instalaciones junto a la de la estructura metálica, en cuestión de presupuesto.

Para ello se van a seguir unos pasos. Como en todos los programas, hay diferentes estrategias, en este caso se va a describir la usada, pero estas herramientas tienen la opción de poder caracterizar amplios aspectos de cada programa.

Cuando se abre un archivo nuevo, aparecen ventanas preguntado por diferentes parámetros que afectarán al resultado final del presupuesto.

En la primera ventana aparece si se desea hacer un presupuesto o crear un banco de precios. El banco de precios es una base de datos que serviría para poder sacar presupuestos de ahí. Se puede editar e incluir precios de productos de empresas particulares. En este caso se escoge presupuesto.

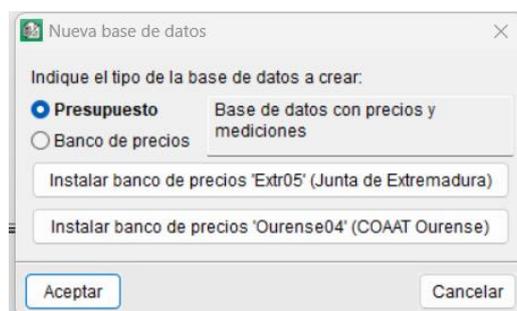


Ilustración 83. Ventana Nº1 Arquímedes

La siguiente ventana se trata de datos del presupuesto. Donde se va a guardar, que nombre y descripción se le asignan entre otros tipos de datos. El más importante en esta ventana es marcar la casilla de emplear generador de precios ya que va a ser el banco de precios para este presupuesto.

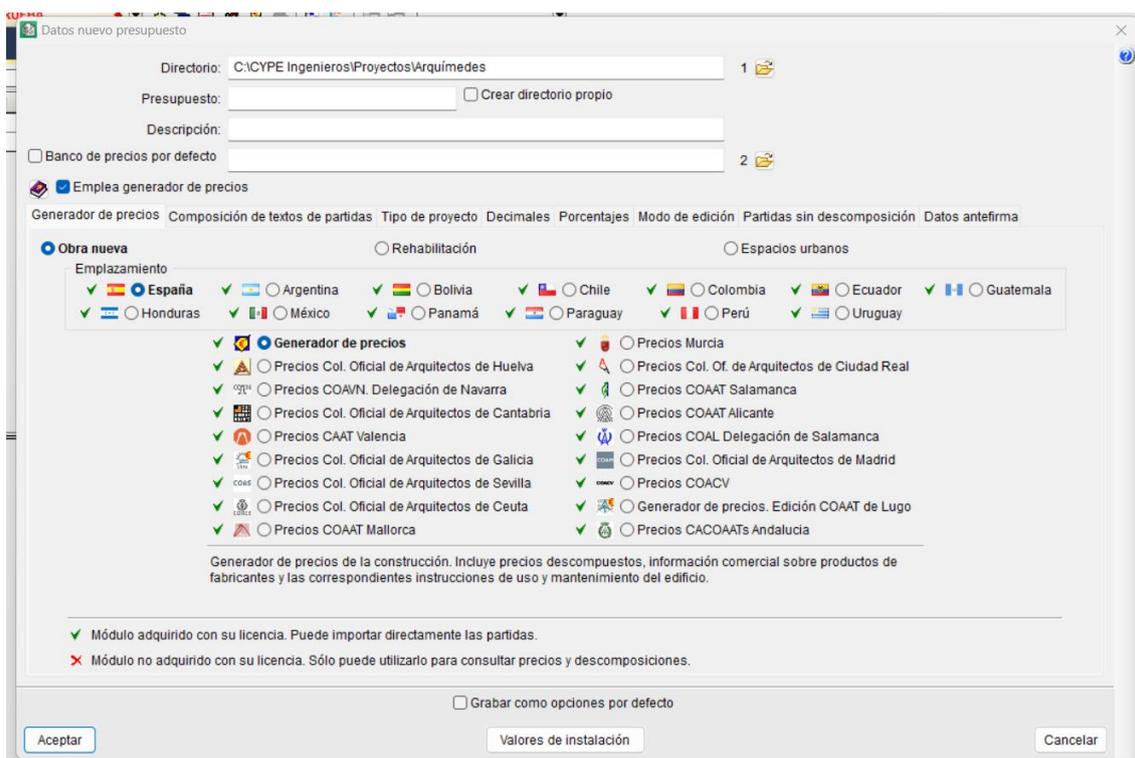


Ilustración 84. Datos nuevo presupuesto

En la siguiente ventana se selecciona qué tipo de construcción es la de la obra, para poder caracterizarla posteriormente.

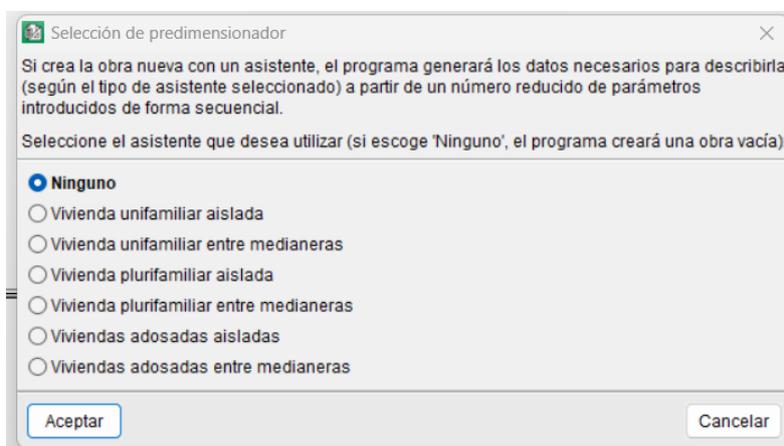


Ilustración 85. Selección del predimensionador

Y para terminar de caracterizar los parámetros de la obra según el tipo de vivienda, se completa los siguientes datos que aparecen en la ilustración 86.

Generador de precios. Última actualización: Mayo de 2023. Configuración

Emplazamiento:

Uno de los principales objetivos del Generador de precios es ofrecer el coste de una partida de obra lo más ajustado posible a su valor real. En esta pantalla deberá elegir los parámetros que más se aproximen a las características de su obra. Cuanto más se ajuste esta elección a la realidad de la obra, más se aproximarán los precios generados a los de mercado. Todas las posibilidades disponibles en cada parámetro tienen una ayuda (botón "?" en la parte derecha de la cabecera de pantalla) en la que se indican una serie de características objetivas que le permitirán la correcta clasificación de su obra.

Superficie total construida	<input type="text" value="2200,00"/> m ²	Número de plantas sobre rasante	<input type="text" value="6"/>
Superficie de la planta tipo	<input type="text" value="500,00"/> m ²	Número de plantas bajo rasante	<input type="text" value="1"/>

Accesibilidad

Muy buena

Buena

Normal

Dificultad media

Dificultad alta

Topografía

Plana

Con desniveles mínimos

Con desniveles acusados

Accidentada

Muy accidentada

Mercado

En alza

Crecimiento moderado

Crecimiento sostenido (normal)

Recesión moderada

Recesión acusada (crisis)

Tipo de proyecto

Vivienda unifamiliar

Viviendas adosadas

Edificio plurifamiliar

Otros usos

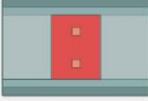
Situación

Entre medianeras

En chaflán

Aislada

Geometría de la planta



Distancia a vertedero autorizado km

Factores constantes y variables en la descomposición de una unidad de obra

En la descomposición de una partida de obra existen unos factores constantes y otros variables. El precio de la mano de obra está fijado por convenio y sólo depende de la zona geográfica. En una misma partida, la cantidad de materiales no depende de ninguno de los factores presentes en esta pantalla. El resto de valores de la descomposición (rendimiento de mano de obra y maquinaria, y precio de materiales y maquinaria) dependen de los parámetros que aquí se configuran.

Ilustración 86. Configuración del generador de precios

Finalmente, se determina cual será la documentación final a generar por el programa.

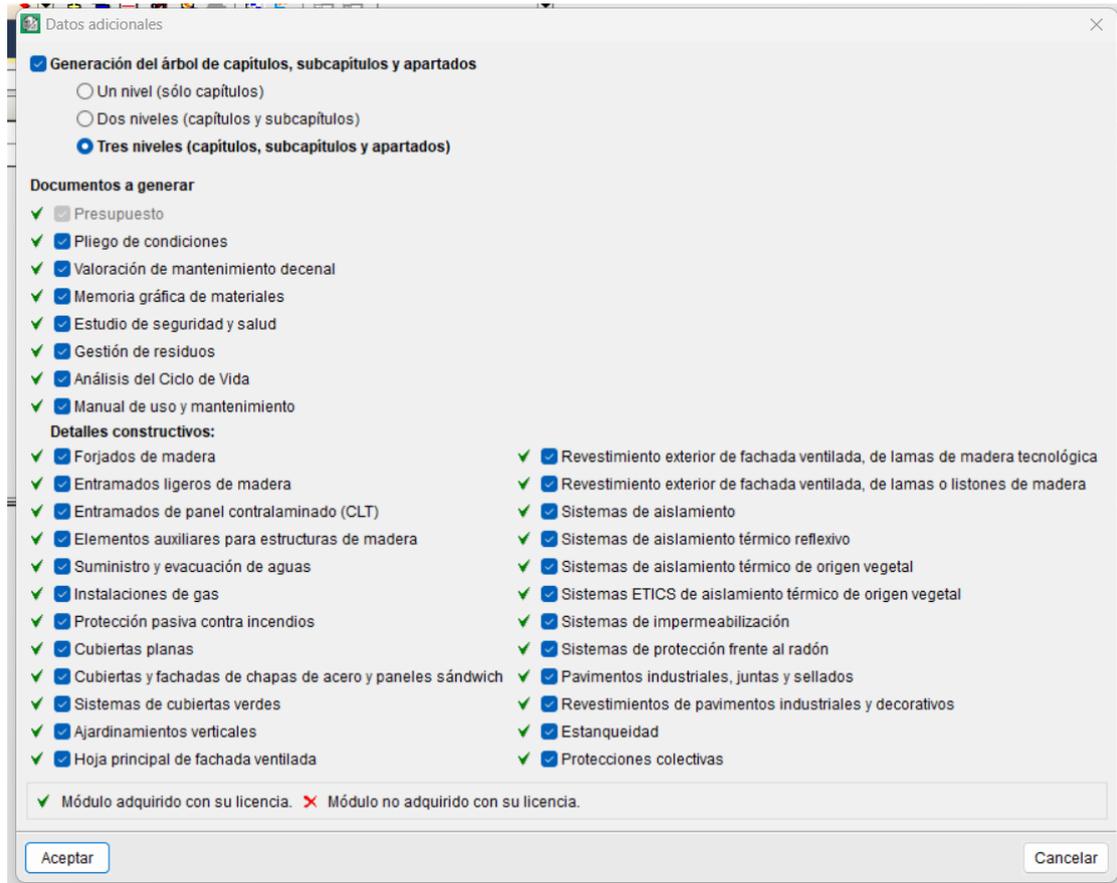


Ilustración 87. Datos adicionales

Una vez rellenado todos los datos se van a tener en pantalla todas las partidas que pertenecen al generador de precios.

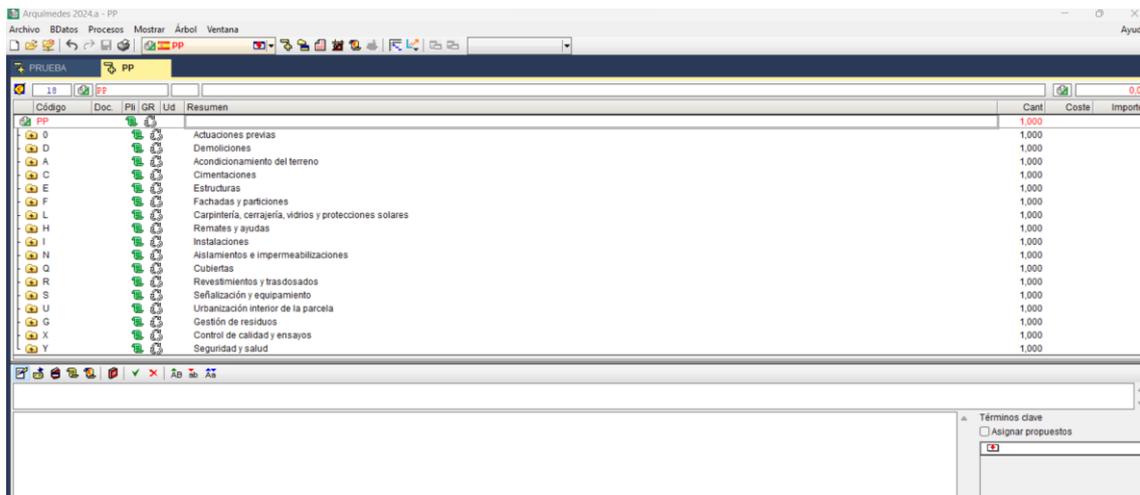


Ilustración 88. Partidas del presupuesto

La estrategia de trabajo se va a basar en eliminar las partidas que no se utilizan y agregar las mediciones en los que si para poder obtener un presupuesto exacto.

En este caso las partidas a usar son:

- Acondicionamiento del terreno
- Cimentaciones
- Estructuras
- Instalaciones

Dentro de cada partida hay capítulos, y dentro de cada capítulo, subcapítulos. En las siguientes ilustraciones se observan la composición básica que suele tener. En el presupuesto de esta obra se podrá observar con que capítulos contará finalmente.

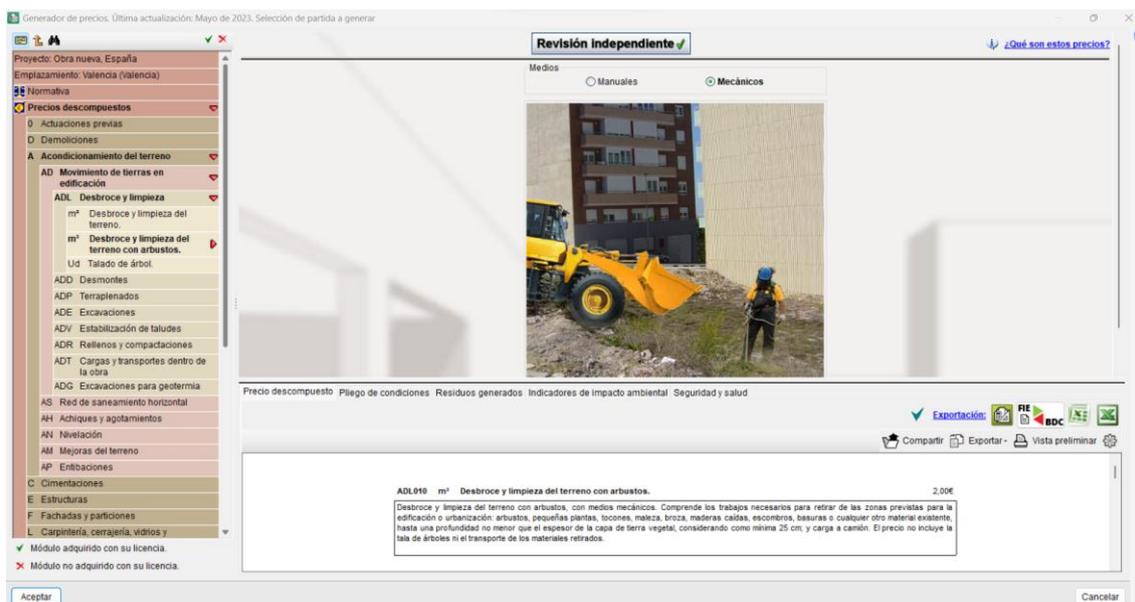
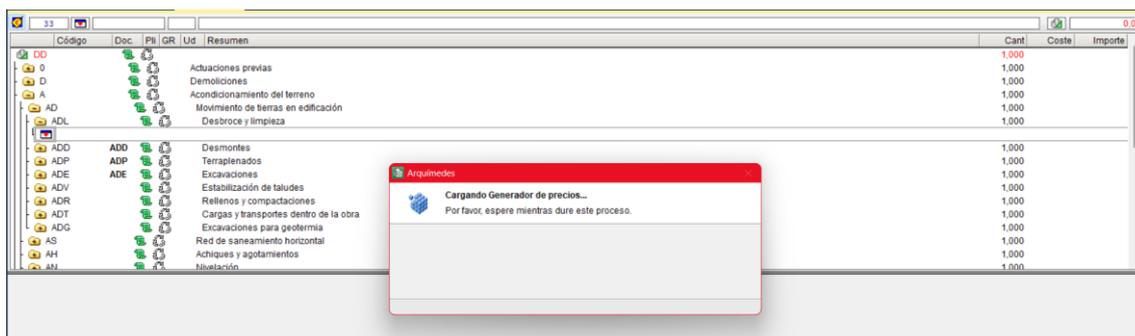
A		Acondicionamiento del terreno
AD		Movimiento de tierras en edificación
AS		Red de saneamiento horizontal
AH		Achiques y agotamientos
AN		Nivelación
AM		Mejoras del terreno

Ilustración 89. Capítulos Arquímedes

AD		Movimiento de tierras en edificación
ADL		Desbroce y limpieza
ADD	ADD	Desmontes
ADP	ADP	Terraplenados
ADE	ADE	Excavaciones
ADV		Estabilización de taludes
ADR		Rellenos y compactaciones
ADT		Cargas y transportes dentro de la obra
ADG		Excavaciones para geotermia
AS		Red de saneamiento horizontal

Ilustración 90. Subcapítulos Arquímedes

A la hora de añadir un valor al presupuesto hay que ir al subcapítulo y mientras se mantiene seleccionado, pulsar el generador de precios. Desde él se accederá a una nueva ventana desde la cual se elegirá el valor en función del producto que se añadirá. Esta partida contiene todos los documentos necesarios, incluido el valor económico y como se realiza la medición. En este ejemplo de las siguientes ilustraciones se muestra como se escoge para desbroce y limpieza del terreno la partida de desbroce y limpieza del terreno con arbustos el cual se va a medir en función de los metros cuadrados del terreno. Para este caso donde indica cantidad en la pantalla principal de Arquímedes habrá que poner los metros cuadrados del terreno de manera que saldría el importe total.



Código	Doc	Pili	GR	Ud	Resumen	Cant	Coste	Importe
ADL					Desbroce y limpieza	1,000	10.954,35€	10.954,35€
ADL005					m² Desbroce y limpieza del terreno.	15,309,000	1,11	16.992,99

Ilustración 91. Añadir partida en Arquimedes

El procedimiento para el resto de subcapítulos sería igual excepto que las mediciones se pueden realizar de diferentes maneras. Por ejemplo, para el caso de la cimentación, la medición es de metros cúbicos y para ello se va a medir directamente sobre el plano. En la siguiente ilustración se muestra el plano con la medición de las vigas de atado de las mismas dimensiones señalizadas. Este dato directamente se le da una altura y se refleja en Arquimedes dando un presupuesto final.

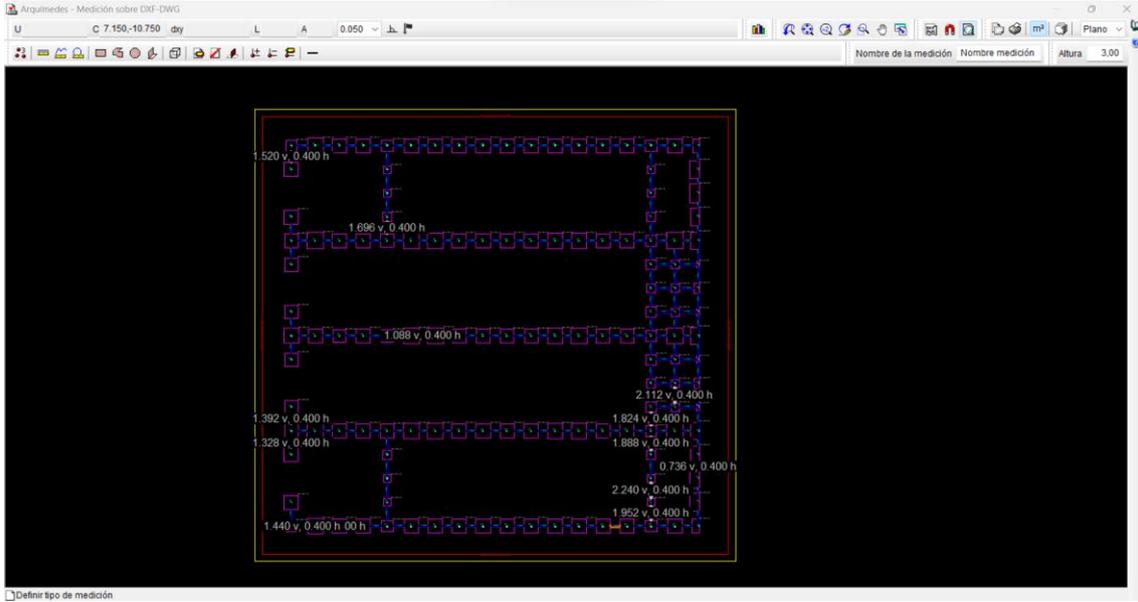


Ilustración 92. Medición vigas de atado

Por otro lado también se puede medir utilizando una formula, en el caso de tener ciertos datos pero no el que es necesario para sacar según la partida. Como es este caso que se tiene la cantidad de correas, el peso lineal y la longitud pero no los kilogramos totales.

EAS010	EAS	kg	Acero en pilares.	77.285,450	2,70	208.670,72	0,08	6.182,84
EAT	EAT	kg	Estructuras para cubiertas	1,000	148.283,52	148.283,52	7.120,96	7.120,96
EAT030	EAT	kg	Acero en correas metálicas.	41.888,000	3,54	148.283,52	0,17	7.120,96
EAV	EAV	kg	Vigas	1,000	382.137,27	382.137,27	11.560,62	11.560,62
EAV010	EAV	kg	Acero en vigas.	139.609,870	2,54	368.570,06	0,08	11.168,79
EAV010b	EAV	kg	Acero en vigas.	4.897,910	2,77	13.567,21	0,08	391,83
I			Instalaciones	1,000	9.090,67	9.090,67	21.663,57	21.663,57

Loc	Comentario	Fórmula	A	B	C	D	Parcial	Subtotal
1	Peso correas ZF 120X3.0	A*B*S.6	Uds.	Longitud (m)			41.888,000	
		A*B*S.6	88	85,000				41.888,000
[1]		A*B*S.6					41.888,000	41.888,000

Ilustración 93. Medición de correas con formula

Y finalmente también se puede diferenciar dentro de una medición subpartidas como es en este caso que para la medición de vigas se quiere diferenciar en el presupuesto la cantidad de acero destinado a un perfil u otro.

EAT030	EAT	kg	Acero en correas metálicas.	41.888,000	3,54	148.283,52	0,17	7.120,96
EAV	EAV	kg	Vigas	1,000	382.137,27	382.137,27	11.560,62	11.560,62
EAV010	EAV	kg	Acero en vigas.	139.609,870	2,54	368.570,06	0,08	11.168,79
EAV010b	EAV	kg	Acero en vigas.	4.897,910	2,77	13.567,21	0,08	391,83
I			Instalaciones	1,000	9.090,67	9.090,67	21.663,57	21.663,57

Loc	Comentario	Fórmula	A	B	C	D	Parcial	Subtotal
1	IPe		Uds.	Largo	Ancho	Alto	115.444,430	
2	HEB						24.165,440	
[1]							139.609,870	139.609,870

Ilustración 94. Medición capitulada de vigas

Al terminar de añadir todas las mediciones se tendría el presupuesto completado, y por lo tanto, también el pliego de condiciones.

Se le indicaría desde el botón imprimir obtener los documentos necesarios y se terminaría esta parte del proyecto.

Con esta parte ya se tendría todos los documentos necesarios para la memoria completos.

BIM Server Center

BIM Server Center se define como Common Data Environment (CDE) específicamente desarrollado para proyectos BIM. Un centro de información en la nube que viabiliza la comunicación entre programas habilitando la subida y descarga de ficheros, lo cual permite que se pueda trabajar con un equipo especializado ya que las herramientas de uso son específicas en estructura, gestión de proyecto, sistemas de fabricantes, diseño de planos, instalaciones, etc.

Para trabajar con BIM Server Center no es necesario descarga ningún programa. Es una plataforma online en la cual creas una cuenta y visualizas en ella la obra. Para aportar información a la obra si se debe trabajar con programas externos que pueden ser tanto los que están en la tienda del propio BIM Server Center como otros programas externos que trabajan con la misma tecnología.

La interfaz de BIM Server se ve en la siguiente ilustración.

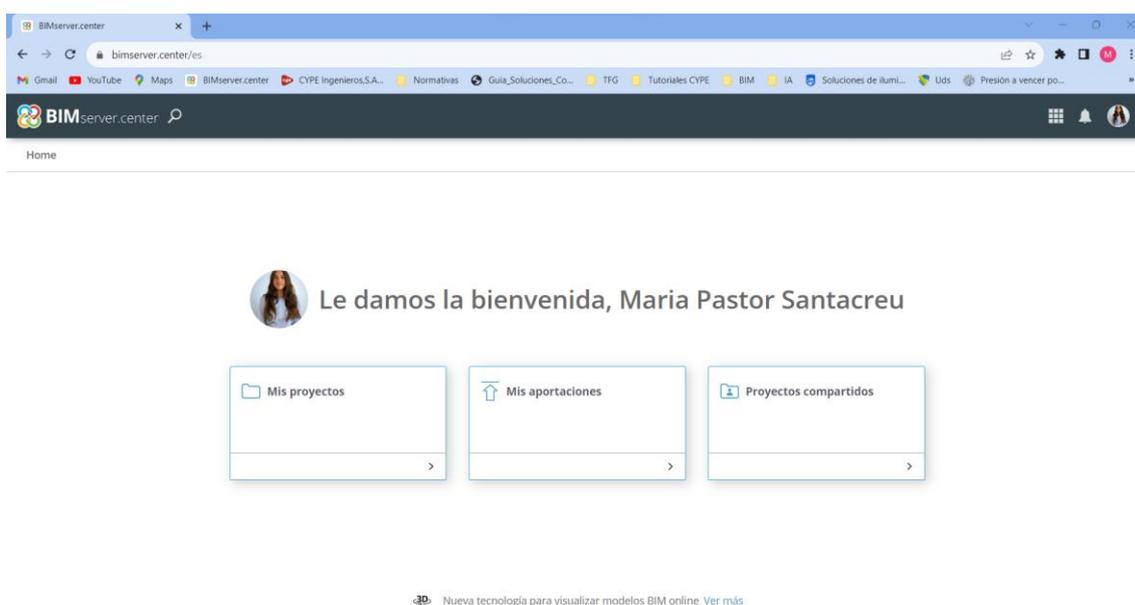


Ilustración 95. Interfaz BIM Server Center

Se puede observar como hay un icono que indica menú, desde este se tendrá acceso a la *Store*, entre otras herramientas, donde se podrá descargar los diferentes programas que se usan. Las otras opciones de uso son modo *educational* para personas que van a dar clase y desde aquí pueden abrir carpetas donde todos los alumnos pueden aportar su obra y así poder compartirla para corregir y comparar. También está el modo *Corporate* donde se gestionan cuentas vinculadas a empresas.

En este caso, para administrar este proyecto se deberá acceder dentro de la cuenta en la carpeta de *Mis proyectos*. Dentro de *mis proyectos*, se escoge con el que se está trabajando. En la

siguiente ilustración se observan cómo se pueden ver todos los proyectos creados por esta cuenta. Mencionar que para eliminar un proyecto primero debe archivar y a continuación eliminarse desde proyectos archivados.

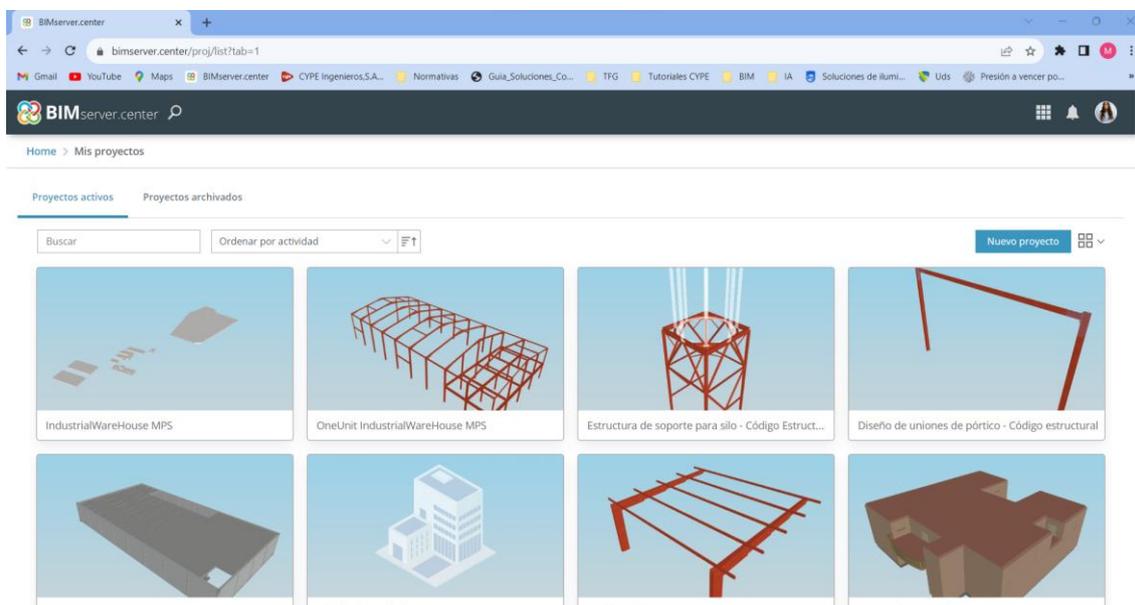


Ilustración 96. Mis proyectos de BIM Server

Y una vez se entra dentro de un proyecto se puede ver una pestaña principal que presenta la actividad reciente y una descripción del proyecto. La pestaña de *notificaciones* sirve para crear incidencias, por ejemplo, si al revisar la obra el arquitecto o ingeniero se da cuenta de que hay dos instalaciones de que están colisionando, pues debe crear la notificación para que se revise. O si se ha diseñado una instalación de alumbrado, se creara la notificación automática de requerimiento pendiente de instalación eléctrica. Continuando con la línea, en *aportaciones* estará todas las partes que componen este proyecto y se han compartido al BIM Server. En la pestaña *equipo* aparecen todas las personas que pueden visualizar y colaborar en el proyecto y finalmente el *historial* donde aparece cada paso dado vinculado al proyecto.

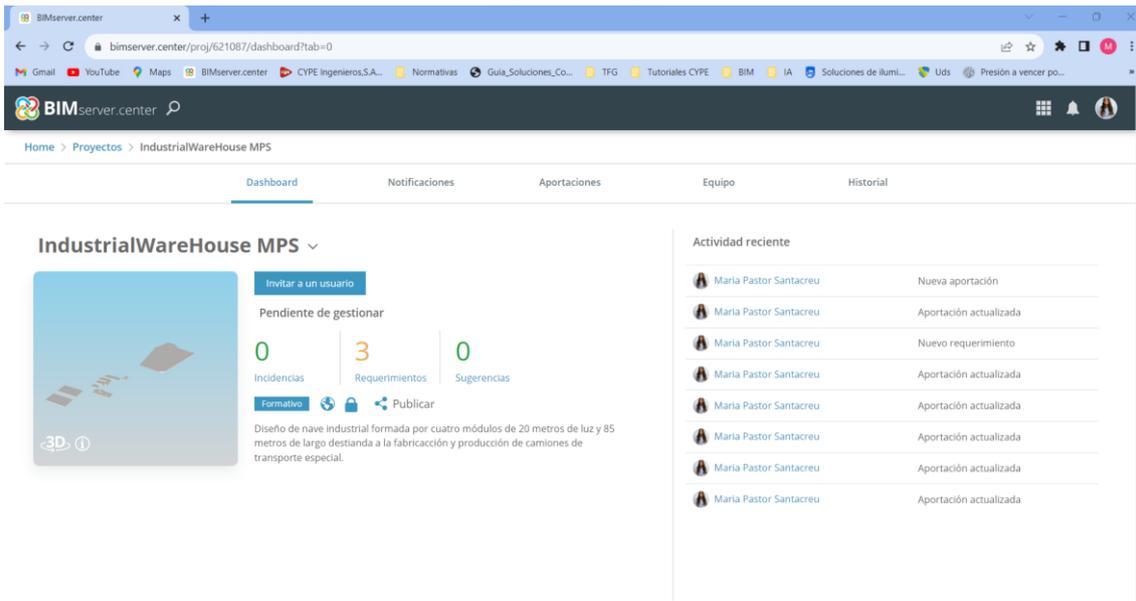


Ilustración 97. Mi proyecto en BIM Server Center

Para trabajar con BIM Server Center se realiza siempre del mismo modo desde los programas:



Ilustración 98. Actualizar y compartir BIM Server

- **Actualizar:** Para introducir en los programas la aportación que se quiera usar. Se puede elegir una o varias y se pueden usar o quitar según se necesite.

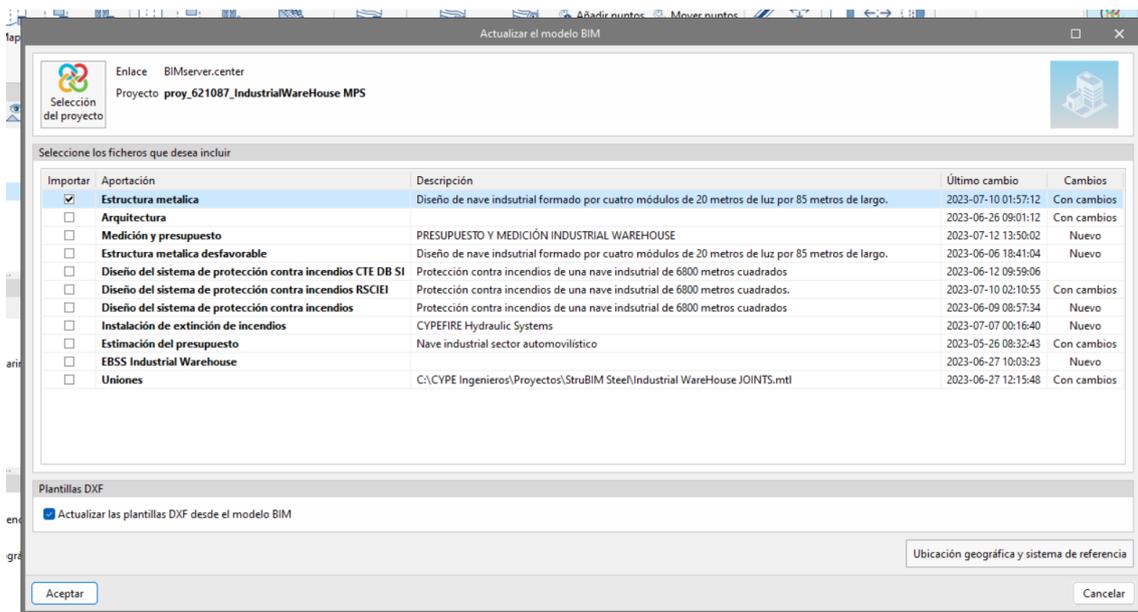


Ilustración 99. Actualizar aportaciones BIM

- *Compartir*: Para exportar el archivo de la obra al servidor para que pueda ser utilizado en otros programas y visualizado desde el BIM Server. Cuando se comparte, se le indica un nombre y una breve descripción.

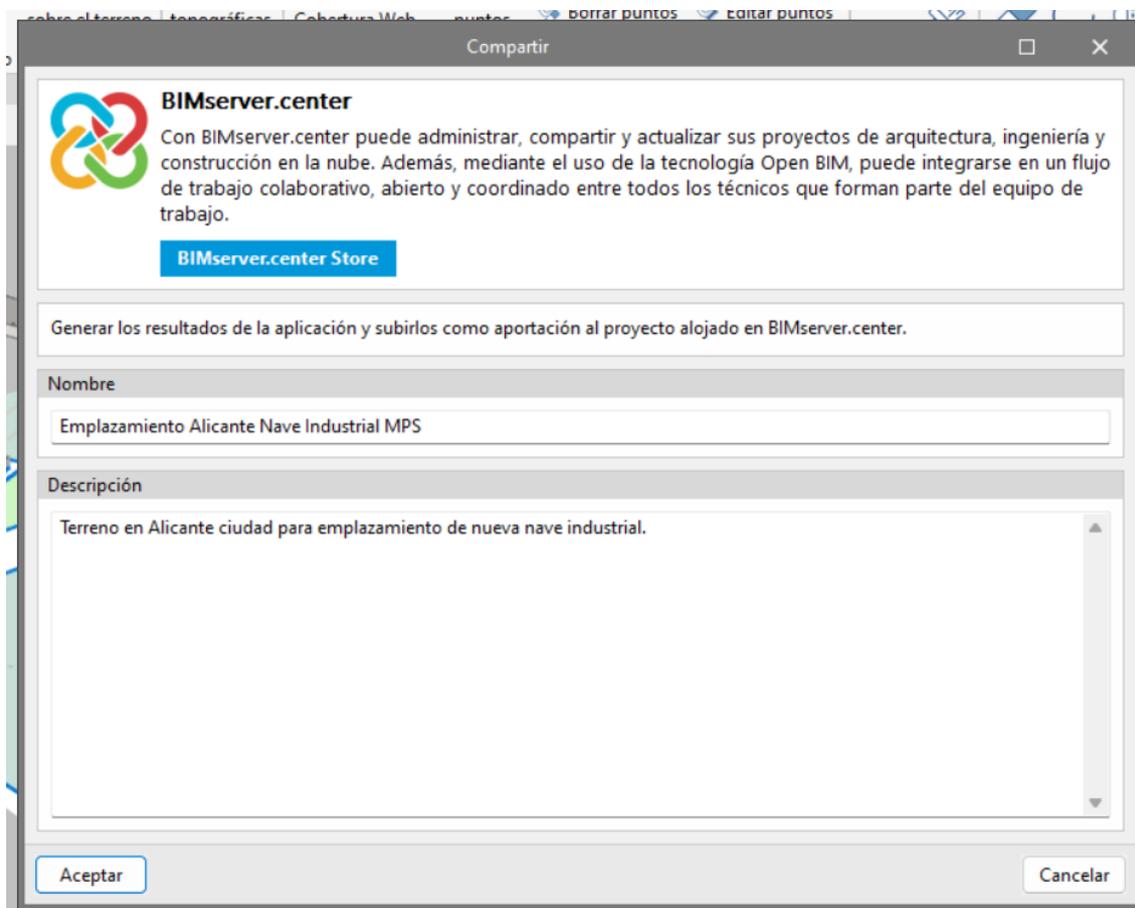


Ilustración 100. Compartir aportaciones BIM Server

Trabajar de esta manera ofrece una notable facilidad, mejora la eficiencia y permite abordar proyectos más complejos con éxito.