



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

# PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1500 M2 DESTINADO A USO LOGÍSTICO, SITUADO EN EL ESPARTAL III (JIJONA)

AUTOR: ALFONSO ESTEVE GIL

TUTOR: JOSE MIGUEL MONTALVÁ SUBIRATS

COTUTOR:  ANTONIO HOSPITALER PÉREZ

Curso Académico: 2015-16

## Índice

1	MEMORIA.....	3
1.1	OBJETO DEL TRABAJO.....	4
1.2	INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA.....	4
1.2.1	ANTECEDENTES.....	4
1.2.2	MOTIVACIÓN.....	4
1.3	NORMATIVA APLICADA.....	4
1.4	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	5
1.5	REQUERIMIENTOS ESPACIALES.....	8
1.5.1	CUADRO DE SUPERFICIES.....	8
1.5.2	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	8
1.6	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	9
1.6.1	ACTUACIONES PREVIAS.....	10
1.6.2	CIMENTACIÓN.....	10
1.6.3	SOLERA.....	11
1.6.4	ESTRUCTURA.....	11
1.6.5	CERRAMIENTOS.....	16
1.7	PRESUPUESTO.....	18
1.8	BIBLIOGRAFÍA.....	19
2	ANEXO DE CÁLCULO.....	20
2.1	MATERIALES.....	21
2.1.1	Acero.....	21
2.1.2	Hormigón.....	21
2.2	ACCIONES.....	22
2.2.1	PERMANENTES.....	22
2.2.2	VIENTO.....	22
2.2.3	NIEVE.....	22
2.2.4	SOBRECARGAS DE USO.....	22
2.2.5	SOBRECARGA DE PUENTE GRÚA.....	22
2.3	DESCRIPCIÓN DE SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES.....	23
2.4	CIMENTACIÓN.....	23

2.4.1	Zapata .....	24
2.4.2	Viga de atado .....	26
2.5	Placa de anclaje.....	26
2.6	PÓRTICO INTERIOR.....	28
2.6.1	Jácena.....	29
2.6.2	Pilar.....	30
2.7	PÓRTICO DE FACHADA.....	31
2.7.1	Jácena.....	31
2.7.2	Pilar.....	32
2.7.3	Diagonal .....	33
2.8	ARRIOSTRAMIENTO LATERAL Y VIGA PERIMETRAL .....	34
2.8.1	Viga perimetral .....	35
2.8.2	Diagonal .....	36
2.9	SISTEMA CONTRAVIENTO DE CUBIERTA.....	36
2.9.1	Diagonal .....	37
2.9.2	Montante.....	38
2.10	CORREAS .....	39
2.10.1	Correas en cubierta .....	40
2.10.2	Correas en fachada lateral.....	41
2.11	VIGA CARRILERA .....	41
3	PRESUPUESTO.....	44
4	PLANOS.....	51

# 1 MEMORIA

## 1.1 OBJETO DEL TRABAJO

El objeto del presente Trabajo Final de Grado es el desarrollo del cálculo de un edificio industrial situado en el polígono de El Espartal III (Jijona), el cual estará destinado a logística. Conociendo los requerimientos de espacio necesarios, se han llevado a cabo los estudios pertinentes para determinar la superficie y volumen requeridos en dicha actividad.

El edificio industrial posee 30 metros de ancho por 50 metros de profundidad haciendo un total de 1500 m<sup>2</sup>. Se ha optado por un único pórtico a dos aguas con una altura de cabeza de pilar de 9 metros y una altura de cumbrera de 10,3 metros. Se establece una separación entre pórticos de 5 metros, diferenciándose en él, 2 pórticos de fachada y 9 pórticos interiores. Además, se ha dotado a la estructura de dos vigas carrileras sobre las que se instalará un puente grúa de 5 toneladas.

## 1.2 INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

### 1.2.1 ANTECEDENTES

La empresa Transmund, S.L., fundada en 1990 lleva 26 años dedicándose a la logística y transporte de mercancías por carretera. Ante la buena situación que está atravesando, han decidido aumentar sus fronteras y comenzar a establecer lazos intercontinentales. Para ello, necesitan establecerse en un edificio industrial de mayor tamaño, el cual pueda satisfacer sus nuevas necesidades de espacio.

La nueva localización elegida para desarrollar su actividad se encuentra en el polígono industrial “El Espartal III” (Jijona). La parcela elegida tiene 5787 m<sup>2</sup> y en ella se va a instalar un edificio industrial de 1500 m<sup>2</sup>, 30 metros de luz y 50 metros de profundidad.

### 1.2.2 MOTIVACIÓN

La principal motivación del presente Proyecto es la finalización del Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, siendo este trabajo el último paso para la obtención del título y la posterior entrada al Máster en Ingeniería Industrial.

La elección de este TFG surge del interés generado por las asignaturas impartidas por el Departamento de Ingeniería de la Construcción y de Proyectos de Ingeniería Civil a lo largo del Grado. Además la realización de un proyecto de gran envergadura, como es el caso del cálculo de un edificio industrial, me planteó un reto que supuso un fuerte aliciente para la realizar mi elección.

## 1.3 NORMATIVA APLICADA

La normativa aplicada en la realización de dicho TFG, es la referente a la normativa de seguridad estructural y acciones además de la normativa urbanística municipal.

Normativa general de seguridad estructural y acciones:

- Código Técnico de la Edificación, real decreto 314/2006. Documentos.
  - Documento Básico Seguridad Estructural Acciones (DB SE-Acciones).
  - Documento Básico Seguridad Acero (DB Acero).
  - Documento Básico Cimentaciones (DB SE-Cimentaciones).
- Instrucción española de Hormigón Estructural (EHE-08), real decreto 1247/2008

Normativa urbanística:

- Plan urbanístico del polígono industrial de El Espartal III situado en Jijona.

## 1.4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La parcela elegida para la localización se encuentra en el polígono industrial “El Espartal III” situado a 4 km de Jijona, provincia de Alicante.



**Figura 1: Localización de la parcela (Fuente: Google Maps)**

Este polígono industrial se sitúa junto a la CV-800, carretera que lo comunica de manera directa con la autovía A-70 y con la carretera nacional N-340, teniendo así una localización propicia para las comunicaciones terrestres. Esto podemos observarlo en la Figura 1.

En cuanto a las comunicaciones marítimas, el polígono industrial está localizado a 25 km del puerto de Alicante como bien se puede apreciar en la Figura 2.

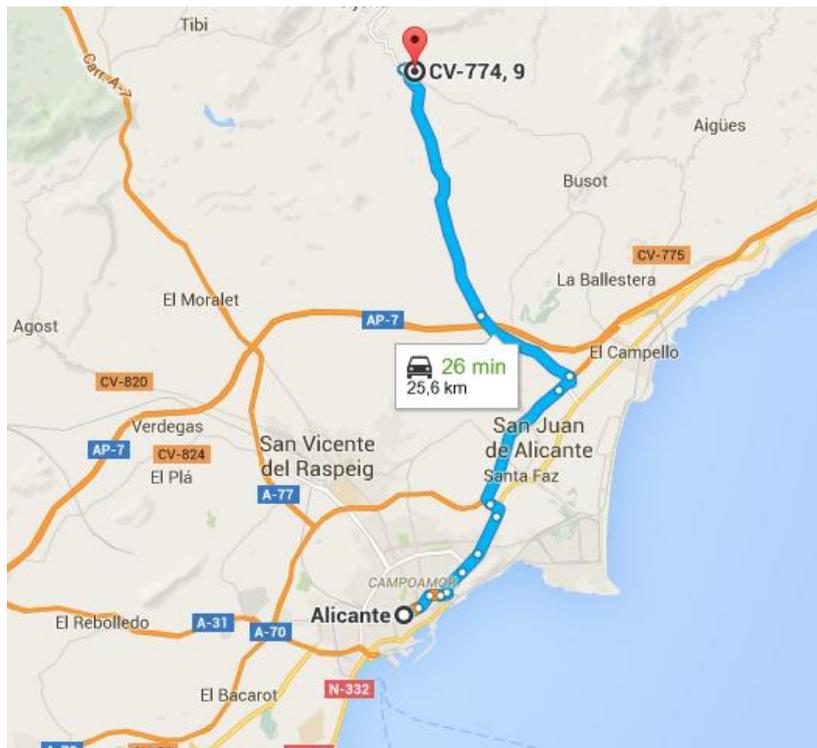


Figura 2: Comunicación con el puerto de Alicante (Fuente: Google Maps)

Por último la comunicación vía aérea también es favorable, pues el aeropuerto de Alicante-Elche se encuentra a 42 km.



Figura 3: Comunicación con el aeropuerto de Alicante-Elche (Fuente: Google Maps)

La parcela posee una geometría triangular y consta de una superficie total de 5787 m<sup>2</sup> que frente a los 1500 m<sup>2</sup> que posee el edificio industrial, supone una ocupación de la parcela del 25.92%, cumpliendo así el límite de 75% de ocupación establecido en las

ordenanzas municipales. La geometría, aunque peculiar, es ideal para la actividad a realizar, pues la nave queda situada en el eje del triángulo isósceles; lo cual deja una superficie suficiente para la maniobra de los camiones que quieran acceder a los muelles de carga. Por otro lado, la parcela linda con el exterior en sus 3 lados lo que asegura el fácil acceso.

En la parte oeste de la parcela, se dispondrán 27 plazas de aparcamiento (2,5m x 4,5m) y 4 plazas de aparcamiento para minusválidos (3,5m x 4,5m) dispuestas en línea, todas ellas alineadas con los muros que delimitan el terreno.

El acceso a la parcela se dará mediante dos portones de 5,6m x 2,5m situados en los muros este y sur de la misma. Los muros que delimitan la parcela tendrán una altura de 3 metros y una profundidad de 0,5 metros, estando formados por los mismos bloques de hormigón con los que se realiza el cerramiento de las fachadas.

Seguidamente se adjunta la Tabla 1 con la normativa presente en la ordenanza municipal obtenida en la página web del Ayuntamiento de Jijona.

CONCEPTO	NORMATIVA	PROYECTO
<b>Coefficiente de edificabilidad neto</b>	$< 1 \text{ m}^2 \text{ t} / \text{ m}^2$	$0,259 \text{ m}^2 \text{ t} / \text{ m}^2$
<b>Superficie mínima de parcela</b>	900 m <sup>2</sup>	5787 m <sup>2</sup>
<b>Aparcamientos</b>	1 plaza cada 150 m <sup>2</sup> edificados (10 plazas)	31 plazas
<b>Altura máxima de cornisa</b>	14 m	9 m
<b>Altura máxima de cumbre</b>	+4m respecto a la altura de cornisa	10,3 m
<b>Coefficiente de ocupación de la parcela</b>	$< 75\%$	25,92%
<b>Retranqueos</b>	6 m respecto a los lindes exteriores y 4 respecto a los lindes laterales y traseros	6 m en toda la parcela

Tabla 1: Resumen de la normativa urbanística

## 1.5 REQUERIMIENTOS ESPACIALES

### 1.5.1 CUADRO DE SUPERFICIES

A continuación se muestra la Tabla 2 con el resumen de las superficies y su distribución.

ZONA	SUPERFICIE
Parcela	5787 m <sup>2</sup>
Nave	1500 m <sup>2</sup>
Aparcamientos	391 m <sup>2</sup>
Oficinas	150 m <sup>2</sup>
Recepción	75 m <sup>2</sup>
Aseos	75 m <sup>2</sup>
Muelles de carga	300 m <sup>2</sup>
Zona de almacenamiento y operación del puente grúa	900 m <sup>2</sup>

Tabla 2: Resumen de la distribución de superficies

### 1.5.2 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

Se ha realizado una distribución en planta que busca asegurar la máxima independencia entre la zona administrativa y la zona operativa, además de favorecer la convivencia entre los trabajadores que ocupan sus tareas.

La nave ha quedado dividida en tres grandes zonas: oficinas, muelle de carga y zona operativa del puente grúa.

Las oficinas se sitúan en la parte frontal del edificio, quedando así separadas del resto de la nave, debido a que albergan distintos procesos. Esta separación se realizará mediante paneles de yeso. Dicha zona está dividida en tres sectores: recepción, sala de oficinas y sala de aseos. El acceso a la nave se encuentra en la recepción, quedando situada en la parte derecha de la fachada frontal. Este sector presenta comunicación directa con la sala de oficinas y con la zona donde están alojados los muelles de carga. De esta manera, los trabajadores pueden dirigirse a su puesto de trabajo desde este punto. Por otro lado, el área donde están ubicados los aseos tiene también conexión directa con la zona operativa del puente grúa para que los trabajadores, sea cual sea su situación en la nave, tengan acceso rápido a dichos aseos.

Los muelles de carga están dispuestos en la fachada lateral derecha. Esta zona se encuentra a una altura de 1,2 m sobre la cota del suelo del resto de la nave. Esto es debido a que los remolques poseen una altura media de 1,2 m respecto al suelo. El desnivel necesario en el interior de la nave se conseguirá mediante la compactación de la tierra obtenida de la excavación de las zanjas de las cimentaciones y tierra traída de cantera ya que el volumen de tierra de las zanjas es insuficiente para la realización de dicho desnivel. Posteriormente se realizará un revestimiento con el mismo hormigón

utilizado para la solera. Además, se instalará un antepecho de 1,25m x 0,30m que salvaguarde el desnivel entre ambas zonas. Para asegurar la correcta nivelación del muelle y el camión, cada muelle está equipado con una rampa hidráulica de 2,3m x 3m que certifica el correcto acoplamiento entre el remolque y la zona de descarga. Para proteger la fachada de las colisiones ocurridas durante el acoplamiento de vehículos, cada muelle de carga cuenta con dos topes de goma que absorben las fuerzas ejercidas.

Por último la zona operativa del puente grúa es donde se almacena las distintas cargas. La utilización de un puente grúa facilita el movimiento de éstas, sobre todo si son de gran envergadura. Esta zona tiene una superficie de 900 m<sup>2</sup> y está comunicada con los muelles de carga mediante una escalera y una rampa situada al final de los muelles de carga. Además en la fachada posterior se ha instalado una puerta de 4m x 5m que facilita la entrada de camiones al interior de la nave.

En la Figura 4 podemos visualizar una vista en planta de la distribución de la nave. Esta figura es un extracto del plano 3.

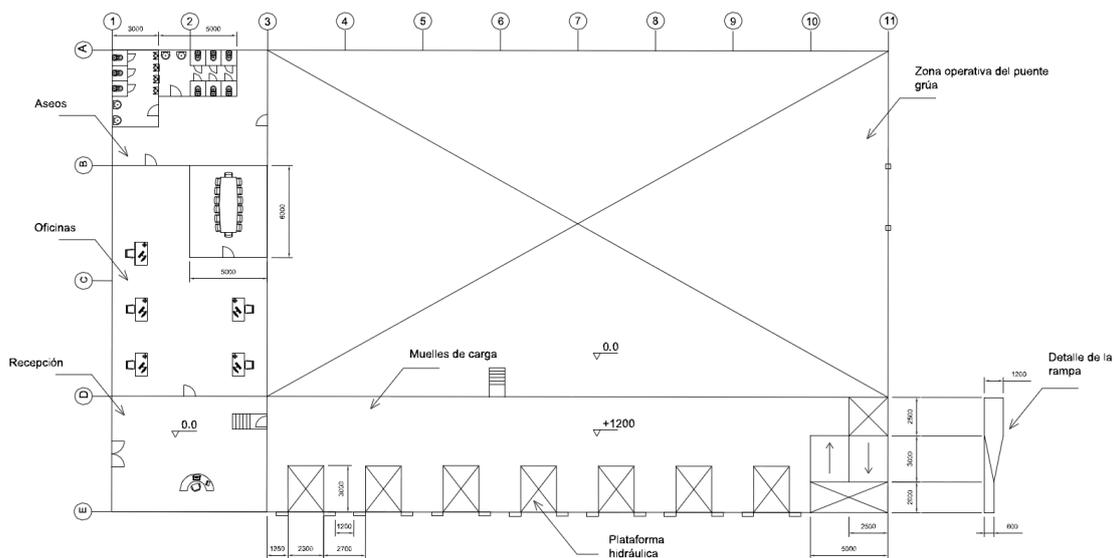


Figura 4: Distribución en planta

## 1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Para la realización de la nave, una vez conocidos los requerimientos volumétricos necesarios, se ha decidido optar por pórticos a dos aguas, con 30 metros de luz, 50 metros de profundidad y separación entre pórticos de 5 metros, por lo que se dispondrán 2 pórticos fachada y 9 pórticos interiores. La cubierta presenta una inclinación del 12,6% y la superficie total de la nave es de 1500 m<sup>2</sup>.

La fachada está formada por 5 pilares separados entre si 7,5 metros. La altura de los pilares va desde 9 metros el más pequeño hasta 10,3 metros el más grande.

Debido a la actividad industrial que se va a realizar, se ha dotado a la estructura de dos vigas carrileras de 25 m sobre las que se ha instalado un puente grúa de 5 toneladas para el movimiento de las cargas que tendrá lugar en la nave.

### 1.6.1 ACTUACIONES PREVIAS

La parcela elegida se encuentra sin edificar y presenta un terreno irregular repleto de vegetación baja y desniveles. Es necesario el acondicionamiento del mismo mediante labores de desbroce y retirada de escombros para la posterior construcción de la nave.

Una vez uniformizado el suelo de la parcela, será necesario excavar zanjas para la colocación de las cimentaciones. Para ello, es necesario el uso de maquinaria de excavación y camiones que posibiliten el transporte de los residuos obtenidos a un vertedero autorizado.

### 1.6.2 CIMENTACIÓN

Antes de comenzar a ejecutar la cimentación, se debe verter hormigón de limpieza hasta 10 cm de espesor. El hormigón elegido es el HL-150 y sobre éste se colocará la armadura de la cimentación.

Para la cimentación se ha optado por zapatas centradas en los pilares del pórtico fachada y zapatas excéntricas para los pilares de las fachadas laterales, ya que soportan mejor los grandes momentos generados por las acciones sobre los pórticos. Las zapatas se unirán entre si mediante vigas de atado, las cuales aseguran el asentamiento uniforme de la cimentación y absorben las fuerzas horizontales generadas por el terreno. Para las zapatas y las vigas de atado se ha elegido hormigón HA-25 armado con acero corrugado B500S.

Las zapatas quedan divididas en tres tipos. Zapatas de tipo A, situadas en cada una de las cuatro esquinas de la nave. Las de tipo B se encuentran en los pilares de los pórticos fachada. Por último, las zapatas de tipo C están dispuestas en los pilares de la fachada lateral. Cabe aclarar que tanto las zapatas de tipo A como las de tipo B están centradas en los pilares y presentan geometría cuadrada, siendo distintas las de tipo C, que son zapatas excéntricas de geometría rectangular. A continuación se muestra una tabla resumen de las zapatas utilizadas.

TIPO	REFERENCIA	GEOMETRÍA
A	N53, N51, N1, N3	<u>Zapata centrada cuadrada:</u> Ancho zapata X: 240 cm Ancho zapata Y: 240 cm Canto: 50 cm
B	N64, N57, N60, N58, N56, N62	<u>Zapata centrada cuadrada:</u> Ancho zapata X: 245 cm Ancho zapata Y: 245 cm Canto: 60 cm
C	N8, N13, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46	<u>Zapata excéntrica rectangular:</u> Ancho zapata X: 180 cm Ancho zapata Y: 300 cm Canto: 70 cm

Tabla 3: Resumen de zapatas

### 1.6.3 SOLERA

De acuerdo a lo establecido en las Normas Tecnológicas de Edificación (NTE), se ha de instalar una capa de solera en la construcción del edificio industrial.

Antes de la instalación de la capa de solera se debe de haber compactado el terreno mecánicamente. Seguidamente, se dispone una capa de zahorra artificial compactada de 15 cm de espesor. Sobre la capa de zahorra, se establece una capa aislante de polietileno. Esta capa está compuesta por una lámina que tiene como finalidad evitar el rozamiento entre la capa de zahorra y la capa de solera. Por último, se dispone de una capa de 20 cm de solera realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa.

### 1.6.4 ESTRUCTURA

La nave posee una tipología estructural basada en pórticos a dos aguas. La estructura está formada por diferentes elementos constructivos, como son nueve pórticos interiores, dos pórticos fachada, viga perimetral, arriostramiento lateral y de fachada, viga de contraviento y viga carrilera. En la Figura 5 se pueden apreciar los distintos elementos de la estructura.

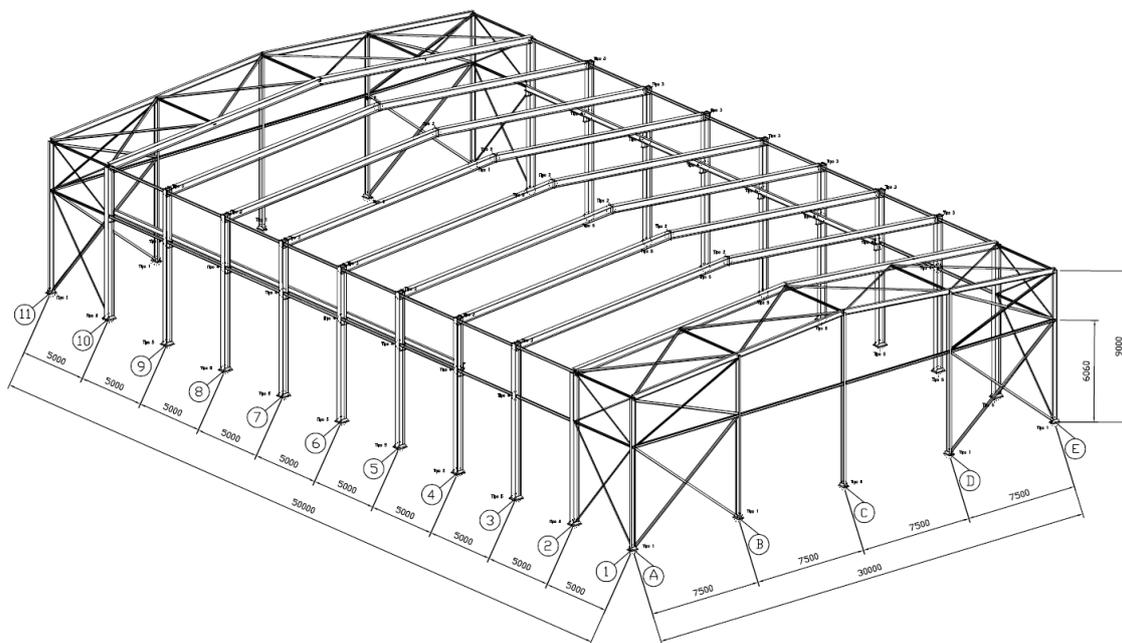


Figura 5: Estructura 3D

Seguidamente se describirán con mayor detalle los elementos citados anteriormente a partir de los cuales se ha configurado el sistema estructural del edificio industrial.

#### 1.6.4.1 Pórtico interior

Este elemento estructural está formado por dos pilares y dos jácenas. Tanto los pilares como la jácena se proyectan con perfiles HEB 400.

Los pilares que forman este pórtico poseen una altura de 9 metros, quedando separados uno de otro una distancia equivalente a la luz de dicho pórtico, es decir, 30 metros. En cuanto a la jácena, está formada por dos tramos de 15,06 metros los cuales tienen una pendiente del 12,6%. Este elemento estructural forma los pórticos 2 al 10.

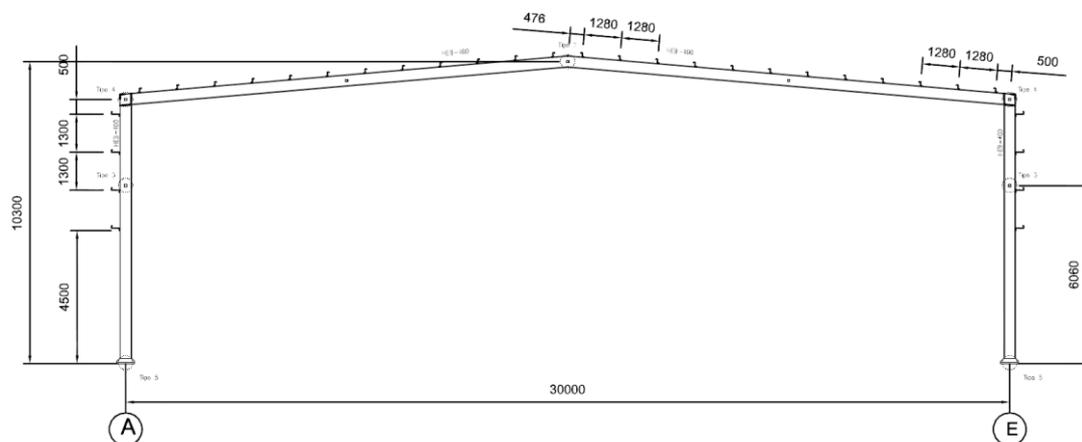


Figura 6: Pórtico interior sin ménsula

Además, en cada pilar de los pórticos interiores 4 al 10, se añade una ménsula a una altura de 6,06 metros sobre la que descansarán las vigas carrileras que soportarán el puente grúa. Las ménsulas, de perfil IPE 360, irán soldadas a los pilares de los pórticos interiores correspondientes a la altura anteriormente mencionada y tendrán una longitud de 380 mm. Las vigas carrileras tendrán un perfil IPE 300 y una longitud de 25 metros.

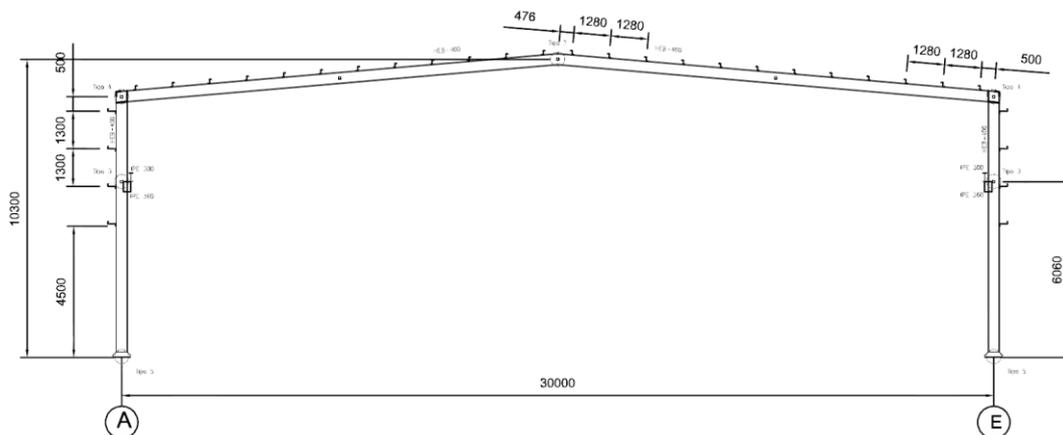


Figura 7: Pórtico interior con ménsula

Como se puede apreciar en las Figura 6 y Figura 7 se han dispuesto correas del tipo ZF-140x2.5 sobre las jácenas del pórtico, equidistantes entre si una distancia de 1,28 metros. También, sobre los pilares del pórtico se han instalado correas del tipo ZF-275x4.0 separadas 1,3 metros, con el fin de soportar el cerramiento de fachada.

Por último, cabe añadir que los pilares que conforman este tipo de pórtico están unidos a las zapatas de tipo C mediante placas de anclaje soldadas de 500x600x30 mm de acero S275JR, que poseen pernos de acero corrugado B500S y 25 mm de diámetro dispuestos en 90 grados.

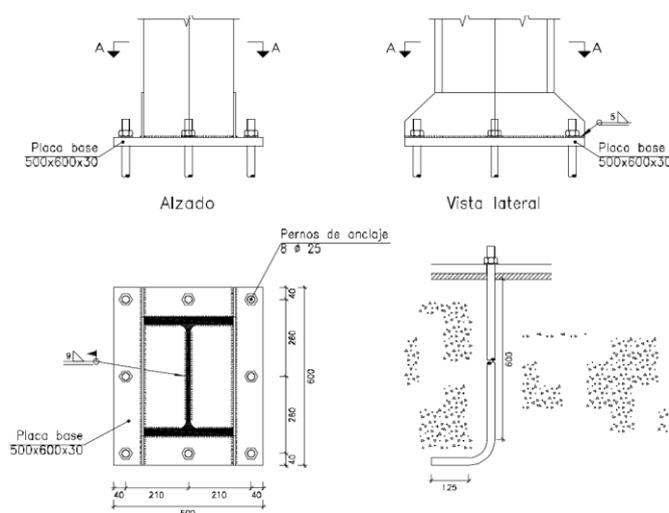


Figura 8: Placa de anclaje de los pilares del pórtico interior

### 1.6.4.2 Pórtico fachada

En nuestro caso, el pórtico de fachada frontal y posterior son simétricos. Este elemento estructural está formado por cinco pilares, todos ellos con perfil IPE 270; separados entre si una distancia de 7,5 metros. Estos pilares quedan unidos por las dos jácenas, ambas de perfil IPE 300, y dos sistemas de arriostramiento.

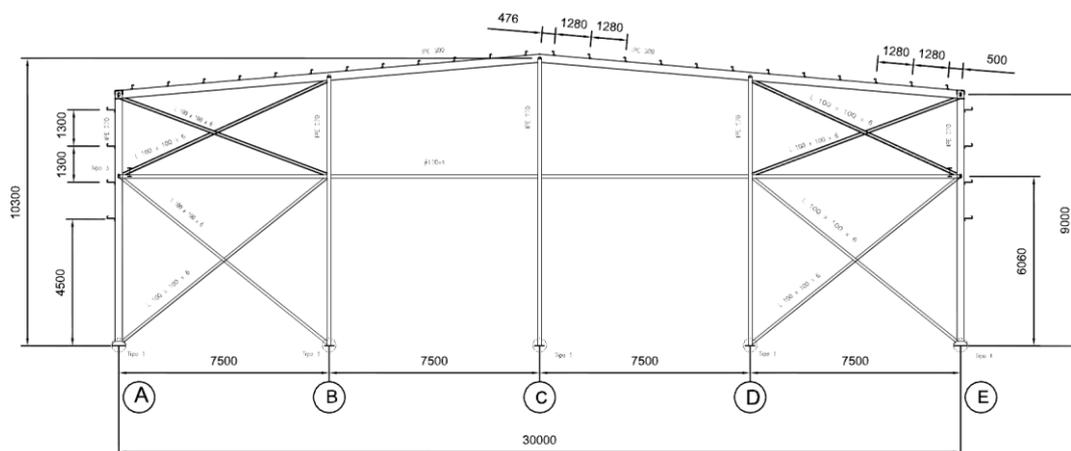


Figura 9: Pórtico fachada

Los pilares de los extremos (pilares A y E) tienen una altura de 9 metros y el pilar central (pilar C) posee una altura de 10,3 metros. Cada jácena presenta una longitud de 15,06 metros y una inclinación del 12,6%.

En cuanto al sistema de arriostramiento de la fachada, está basado en dos cruces de San Andrés con perfil L 100x100x6 y un montante con perfil #120x4 situado a 6,06 metros. Estos sistemas de contraviento se unen al resto de pilares mediante dos montantes de la misma dimensión que los mencionados anteriormente. Esto puede observarse en la Figura 9.

Como en los pórticos interiores, los pilares de la fachada están unidos a las zapatas mediante placas de anclaje de 350x500x22 mm de acero S275JR, que poseen pernos de acero corrugado B500S y 20 mm de diámetro dispuestos en 90 grados.

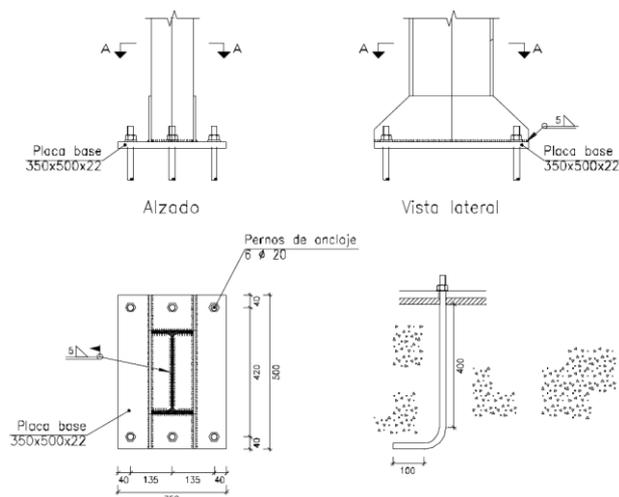


Figura 10: Placa de anclaje de los pilares del pórtico fachada

### 1.6.4.3 Fachada lateral

En la fachada lateral se distinguen principalmente dos elementos: la viga perimetral y el arriostramiento de fachada lateral.

- Viga perimetral:** Se dispone de cuatro vigas perimetrales, dos en cada lateral del edificio industrial, situadas a 6,06 metros y 9 metros. Estas vigas tienen como función unir los pilares de los pórticos interiores, es decir, los pórticos 2 al 10, unificando los movimientos de los pilares en el plano de la fachada lateral. Poseen un perfil IPE 140 y una longitud de 40 metros.
- Arriostramiento de fachada lateral:** Está formado por dos cruces de San Andrés y dos montantes situados a 6,06 metros y 9 metros. Unen los pilares de los extremos del pórtico fachada con los pilares del pórtico interior que lo sigue. En total se disponen cuatro arriostramientos en las fachadas laterales, dos por lateral (entre los pórticos 1 y 2 y los pórticos 10 y 11). Los montantes poseen un perfil #80x3 y las cruces de San Andrés presentan dos perfiles distintos. Las situadas en la parte superior presentan un perfil L 60x60x4, siendo el perfil de las inferiores L 80x80x5.

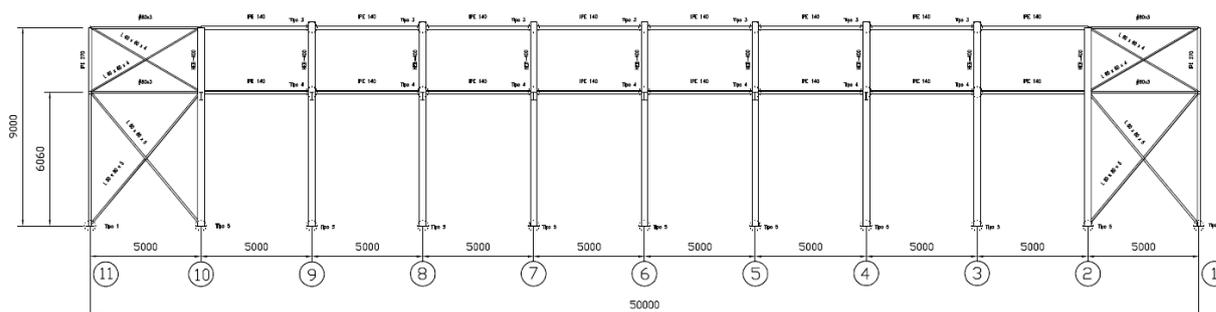


Figura 11: Estructura fachada lateral

#### 1.6.4.4 Sistema contraviento

Este sistema de contraviento está compuesto por vigas tipo Pratt doble, situadas entre los pórticos 1 y 2 y los pórticos 10 y 11. Estas vigas tienen como finalidad transmitir los esfuerzos generados por el viento hasta las cruces de San Andrés dispuestas en las fachadas laterales. Presentan un perfil L 90x90x6 en las diagonales y un perfil #80x3 en los montantes interiores.

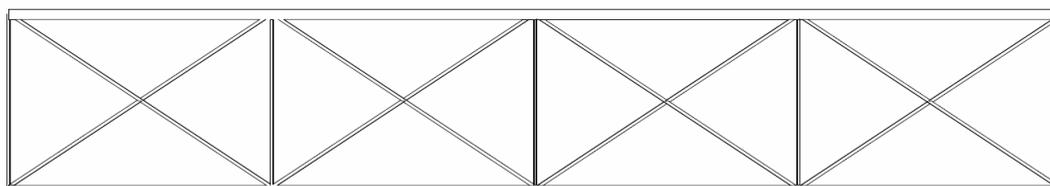


Figura 12: Viga contraviento

#### 1.6.5 CERRAMIENTOS

En este punto diferenciaremos entre los cerramientos de fachada y los cerramientos de cubierta.

- Cerramientos de fachada:** Se utilizarán bloques de hormigón de 40x20x20 cm hasta una altura de 4,5 metros. En cada una de las cuatro fachadas se dejará el hueco necesario para la instalación de las puertas pertinentes. A partir de los 4,5 metros se instalarán paneles tipo sándwich hasta completar la altura total de la fachada, respetando también los huecos dispuestos para las ventanas. Para este tipo de cerramiento se ha escogido el panel Estándar de la casa Metalpanel. Este panel posee un espesor de 40 mm y un ancho útil de 1000 mm.

Los cerramientos en las cuatro fachadas distintas pueden apreciarse en los planos 6.1 y 6.2.



Figura 13: Panel Estándar para las fachadas (Fuente: [www.metalpanel.com](http://www.metalpanel.com))

- Cerramientos de cubierta:** Cada faldón de la cubierta tiene una longitud de 50 metros y una anchura de 15,06 metros, lo cual hace una superficie por faldón de 753 m<sup>2</sup>. Con el fin de obtener una adecuada iluminación natural, se han dispuesto sobre cada faldón 8 lucernarios de 2m x 14 m, sumando un área total de 224 m<sup>2</sup>. Por tanto, se ha de cubrir una superficie total de 529 m<sup>2</sup> por faldón (1058 m<sup>2</sup> en total) con este tipo de cerramiento.

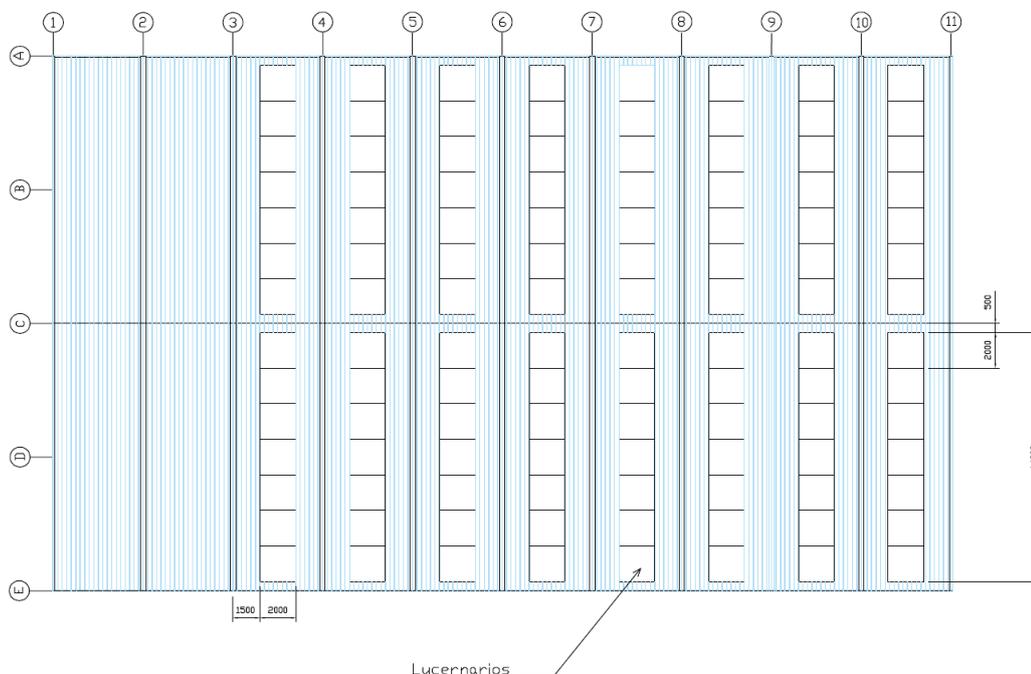


Figura 14: Cerramiento de cubierta

Para la zona de la cubierta se ha elegido el panel 3G-1100 del fabricante Metalpanel. Este panel está diseñado para una pendiente mínima del 4%, por

tanto nos asegura una correcta estanqueidad dado que nuestra pendiente es del 12,6%. Este panel posee un espesor 40 mm y 1100 mm de ancho útil, quedando apoyado sobre las correas tipo ZF-140x2.5 instaladas en la cubierta.



Figura 15: Panel 3G-1100 para la cubierta (Fuente: [www.metalpanel.com](http://www.metalpanel.com))

## 1.7 PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material asciende a 690.242,86 €. Sumándole a este precio el 13% de gastos generales y el 6% de beneficio total, la cantidad final sin IVA es de 821.389 €. Con el 21% de IVA, el presupuesto de ejecución por contrata es 993.880,69 €.

Como la superficie edificada en la parcela es de 1500 m<sup>2</sup>, la obra presenta un precio por unidad de superficie edificada de 662,59 €/m<sup>2</sup>. Por otro lado, la parcela tiene una superficie de 5787 m<sup>2</sup>, lo que supone un precio por metro cuadrado de parcela de 171,74 €/m<sup>2</sup>.

---

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

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

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural EHE-08, Anejo 18. Hormigones de uso no estructural.

El Espartal III (2016). Recuperado de: <http://www.xixona.es/>

Información de la parcela escogida. Recuperado de: <http://www.sepiva.es/>

Normativa sobre muelles de carga (2016). Recuperado de: <http://www.insht.es/>

Paneles tipo sándwich para cerramientos. Recuperado de: <http://www.metalpanel.com/>

## **2 ANEXO DE CÁLCULO**

## 2.1 MATERIALES

### 2.1.1 Acero

Para la realización del edificio industrial se han utilizado principalmente tres tipos de acero. Podemos diferenciar entre acero laminado en caliente (S275JR), acero conformado en frío (S235JR) y acero corrugado (B500S).

El acero laminado en caliente se utiliza para la mayor parte de la estructura, es decir, todos los perfiles IPE, HEB, montantes y diagonales.

El acero conformado en frío se utiliza para las correas dispuestas en la cubierta y fachadas laterales.

El acero corrugado se utiliza en las barras que forman el armado de la cimentación y en las patillas que se utilizan para el anclaje de los pilares a dicha cimentación.

A continuación se muestra una tabla resumen con las características de los aceros utilizados.

TIPO DE ACERO	LÍMITE ELÁSTICO (MPa)	PROCESO DE FABRICACIÓN	MÓDULO ELÁSTICO (MPa)	TENSIÓN DE ROTURA (MPa)
S275JR	275	Laminado en caliente	210000	410
S235JR	235	Conformado en frío	210000	360
B500S	500	Laminado en caliente	210000	550

Tabla 4: Características de los aceros utilizados

### 2.1.2 Hormigón

Este elemento se ha utilizado para las cimentaciones. Podemos distinguir entre dos tipos de hormigón.

- HA-25/B/20/IIa:** Este tipo de hormigón se ha utilizado en las zapatas y las vigas de atado, así como para la solera de 20 cm sobre la que se asienta la nave industrial.  
En total se han utilizado 101,17 m<sup>3</sup> para las 28 zapatas, 25,6 m<sup>3</sup> para las vigas de atado y 300 m<sup>3</sup> para la solera.
- HL-150/B/20:** Se ha usado este tipo hormigón como hormigón de limpieza, vertiendo hasta 10 cm de espesor en las excavaciones donde se sitúan las zapatas y las vigas de atado con el fin de proteger al hormigón estructural frente posibles deterioros.

## 2.2 ACCIONES

Sobre nuestra nave actúan tres tipos de acciones que son: acciones permanentes, acciones variables y acciones accidentales. Estas últimas no se van a tener en cuenta para el cálculo de la estructura. Dentro de las acciones variables podemos distinguir entre sobrecarga de uso, viento y nieve, además de sobrecarga de puente grúa.

### 2.2.1 PERMANENTES

Estas acciones son las debidas a la acción del peso propio de la estructura junto a los cerramientos laterales y de cubierta. Todo ello supone un valor de 0,15 kN/m<sup>2</sup>.

### 2.2.2 VIENTO

Para el cálculo de este tipo de acciones, se tiene en cuenta la localización en la que se sitúa la nave, el grado de aspereza que presenta el terreno y la geometría de la construcción.

Para nuestro edificio se han escogido los siguientes datos para el cálculo de esta acción:

- Zona eólica: B
- Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal.
- Periodo de servicio: 50 años.
- Profundidad del edificio: 50 metros
- Sin huecos.

### 2.2.3 NIEVE

En el caso de las acciones debidas a la nieve, también se ha de tener en cuenta la zona en la que está situada la nave, además del tipo de superficie que presenta la cubierta, la altitud y el tipo de exposición al viento.

Para nuestro edificio se han escogido los siguientes datos:

- Zona de clima invernal: 6.
- Altitud topográfica: 453 msnm.
- Tipo de cubierta: Cubierta sin resaltos.
- Exposición al viento: N.

### 2.2.4 SOBRECARGAS DE USO

Este tipo de acción es el equivalente a las fuerzas ejercidas sobre la cubierta por los operarios durante las tareas de mantenimiento. Al tener ésta una inclinación menor de 20 grados, su categoría de uso es G1, lo que equivale a 0,4 kN/m<sup>2</sup>. Esta sobrecarga se considera no concomitante con el resto de acciones (viento, lluvia y nieve).

### 2.2.5 SOBRECARGA DE PUENTE GRÚA

Esta sobrecarga es la generada por el puente grúa de 5 toneladas sobre las vigas carrileras que están apoyadas en los pilares de los pórticos interiores. Sobre éstas recae

el peso del puente grúa, transmitiendo la carga a las vigas a través de sus ruedas. La separación entre ruedas presente en nuestro puente grúa es de 4600 mm, estimándose la carga máxima y mínima por rueda en 50,7 kN y 24,4 kN respectivamente.

### 2.3 DESCRIPCIÓN DE SUBSISTEMAS ESTRUCTURALES

En este apartado se muestran los cálculos de los diferentes subsistemas estructurales que conforman la estructura de nuestra nave. Para su cálculo, se ha utilizado el programa CYPE. Por limitación en el número de páginas existente en el TFG, se van a adjuntar únicamente tablas resumen de flechas y Estados Límite Últimos (E.L.U.) de cada elemento representativo existente en la estructura.

A continuación, se muestran imágenes de cada sistema estructural en las que aparecen resaltados los elementos de cuyos cálculos se adjuntan.

### 2.4 CIMENTACIÓN

La cimentación está formada por zapatas y vigas de atado. Como se ha explicado en el apartado de cimentación de la memoria descriptiva, en nuestro edificio industrial existen tres tipos de zapatas (tipo A, tipo B y tipo C).

En la Figura 16 observa la distribución de la cimentación.

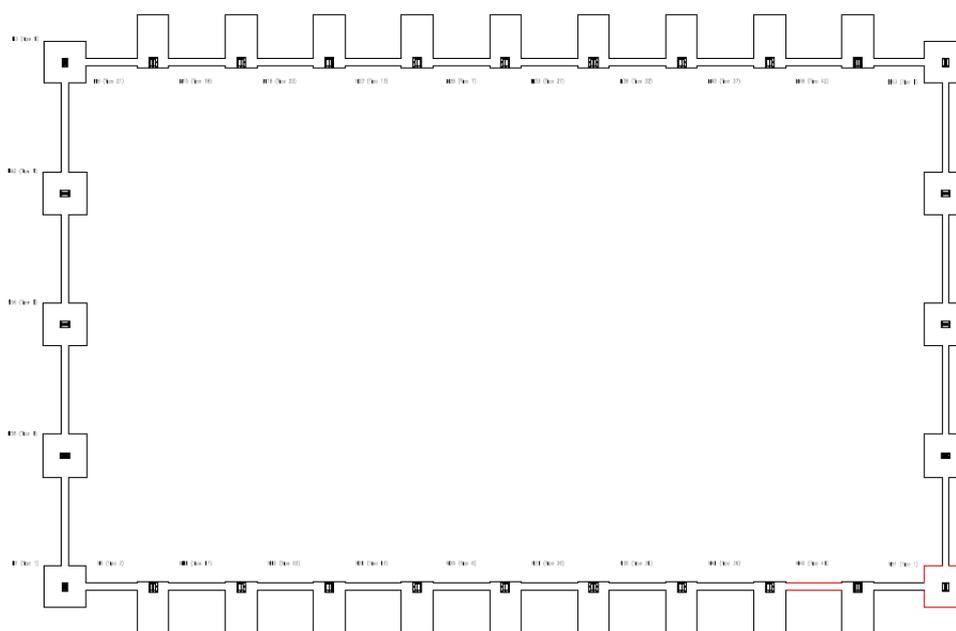


Figura 16: Cimentación

## 2.4.1 Zapata

Referencia: N53		
Dimensiones: 240 x 240 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0227592 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0170694 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0283509 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: 3.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 77.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 22.77 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 20.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 25.31 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 23.25 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 126.5 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N53:	Mínimo: 40 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.0011	Cumple

Referencia: N53		
Dimensiones: 240 x 240 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/22 Yi:Ø12c/22 Xs:Ø12c/22 Ys:Ø12c/22		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 22 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 22 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 59 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.11		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 570.16 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 570.16 kN		

## 2.4.2 Viga de atado

Referencia: C.1 [N46-N41] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

## 2.5 Placa de anclaje

Este elemento es la unión entre los pilares y la cimentación. Como se ha explicado anteriormente, se han utilizado dos tipos de placas de anclaje en la realización del edificio industrial.

En la Figura 17 se observa una vista en planta de la placa de anclaje y su disposición en la zapata.

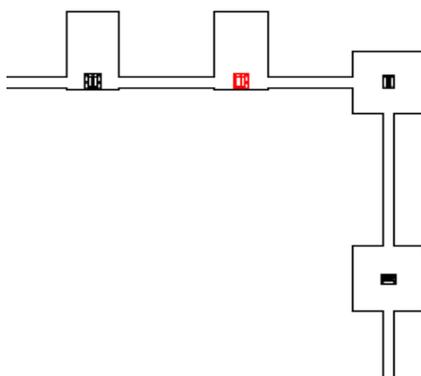


Figura 17: Placa de anclaje

<b>Referencia:</b> -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 600 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=60 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x55x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 210 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 53 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 146.44 kN Máximo: 116.68 kN Calculado: 10.81 kN Máximo: 166.68 kN Calculado: 161.88 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 146.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 301.241 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 392.86 kN Calculado: 10.81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	

<b>Referencia:</b> -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 600 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=60 cm Patilla a 90 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x55x7.0)		
<b>Comprobación</b>	<b>Valores</b>	<b>Estado</b>
- Derecha:	Calculado: 82.044 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 75.5441 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 184.258 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 205.51 MPa	Cumple
<b>Flecha global equivalente:</b> <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>		
Mínimo: 250		
- Derecha:	Calculado: 9824.28	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 10654.7	Cumple
- Arriba:	Calculado: 9419.52	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6616.38	Cumple
<b>Tensión de Von Mises local:</b> <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>		
Máximo: 261.905 MPa		
Calculado: 196.358 MPa		Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b>		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.249		
- Punto de tensión local máxima: (0, -0.2)		

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	600	7.0	90.00	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia										
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>	
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)			
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85	
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85	

## 2.6 PÓRTICO INTERIOR

Este elemento está formado por dos jácenas de 15,06 metros y dos pilares de 9 metros. Todas las barras que conforman esta parte de la estructura presentan perfil HEB 400.

En la Figura 18 se señalan las barras de las que, a continuación, se adjunta un extracto de los cálculos realizados.

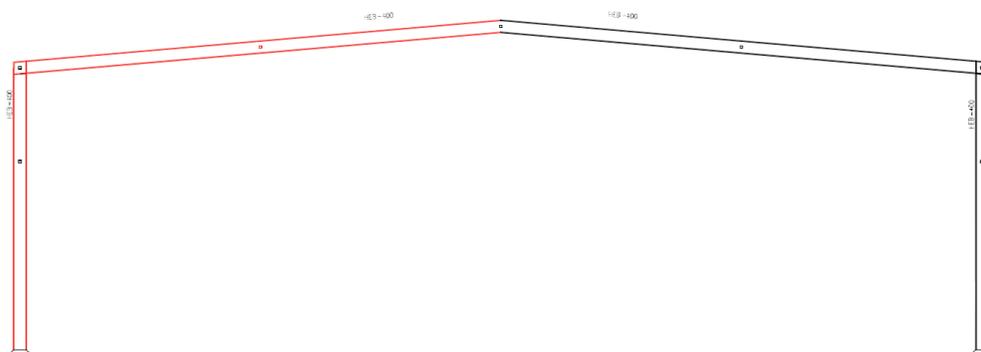
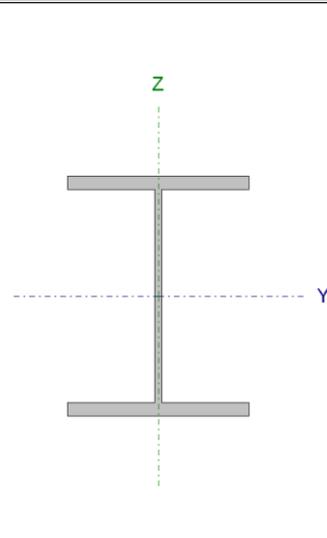


Figura 18: Pórtico interior

### 2.6.1 Jácena

Para el cálculo de la flecha relativa en la jácena, se ha de comprobar que  $f_r < L/300$ , siendo L la longitud de dicha barra.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N42/N45	6.594	0.00	9.586	10.49	6.594	0.00	9.209	16.62
	6.594	L(>1000)	9.962	L(>1000)	6.594	L(>1000)	9.962	L(>1000)

Perfil: HEB-400							
Material: Acero (S275)							
	Nodos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N42	N101	7.528	197.80	57680.00	10819.00	394.00
	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	0.17	3.99	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	1.280	30.000	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	0.600	0.600	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

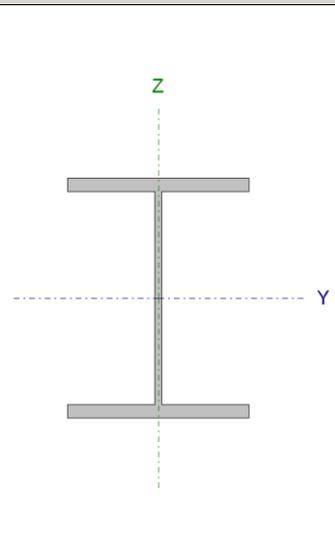
### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$		$M_t V_Z$	$M_t V_Y$
N42/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.528 m $\eta = 0.5$	x: 0.201 m $\eta = 7.0$	x: 0.201 m $\eta = 46.2$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.201 m $\eta = 8.7$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0.201 m $\eta = 47.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 47.7$
<p><b>Notación:</b>  <math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez  <math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida  <math>N_t</math>: Resistencia a tracción  <math>N_c</math>: Resistencia a compresión  <math>M_Y</math>: Resistencia a flexión eje Y  <math>M_Z</math>: Resistencia a flexión eje Z  <math>V_Z</math>: Resistencia a corte Z  <math>V_Y</math>: Resistencia a corte Y  <math>M_Y V_Z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  <math>M_Z V_Y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados  <math>N M_Y M_Z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados  <math>N M_Y M_Z V_Y V_Z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  <math>M_t</math>: Resistencia a torsión  <math>M_t V_Z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  <math>M_t V_Y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  x: Distancia al origen de la barra  <math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)  N.P.: No procede</p> <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b>  <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

### 2.6.2 Pilar

Para el cálculo de la flecha relativa en el pilar, se ha de comprobar que  $f_r < L/250$ , siendo L la longitud de dicha barra.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N41/N42	8.816	4.09	6.847	8.40	8.816	7.78	7.044	15.45
	8.816	L(>1000)	6.847	L(>1000)	8.816	L(>1000)	6.847	L(>1000)

Perfil: HEB-400							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	$I_y^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_z^{(1)}$ (cm <sup>4</sup> )	$I_t^{(2)}$ (cm <sup>4</sup> )
	N83	N42	2.940	197.80	57680.00	10819.00	394.00
	<p><b>Notas:</b>  <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado  <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme</p>						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	$\beta$	1.00	4.25	0.00	0.00		
	$L_K$	2.940	12.483	0.000	0.000		
	$C_m$	1.000	0.900	1.000	1.000		
	$C_1$	-		1.000			
<p><b>Notación:</b>  <math>\beta</math>: Coeficiente de pandeo  <math>L_K</math>: Longitud de pandeo (m)  <math>C_m</math>: Coeficiente de momentos  <math>C_1</math>: Factor de modificación para el momento crítico</p>							

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N83/N42	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.754 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 2.756 m $\eta = 46.8$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 6.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.756 m $\eta = 48.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 48.7$

## 2.7 PÓRTICO DE FACHADA

El pórtico de fachada está formado principalmente por dos jácenas de 15,06 metros que presentan perfil IPE 300 y cinco pilares de entre 9 y 10,3 metros de perfil IPE 270. Los pilares están unidos por montantes de 7,5 metros y perfil #120x4. Además, se dispone un sistema de arriostramiento formado por cruces de San Andrés de perfil L 100x100x6.

En la Figura 19 se puede observar los elementos que forman la estructura del pórtico fachada.

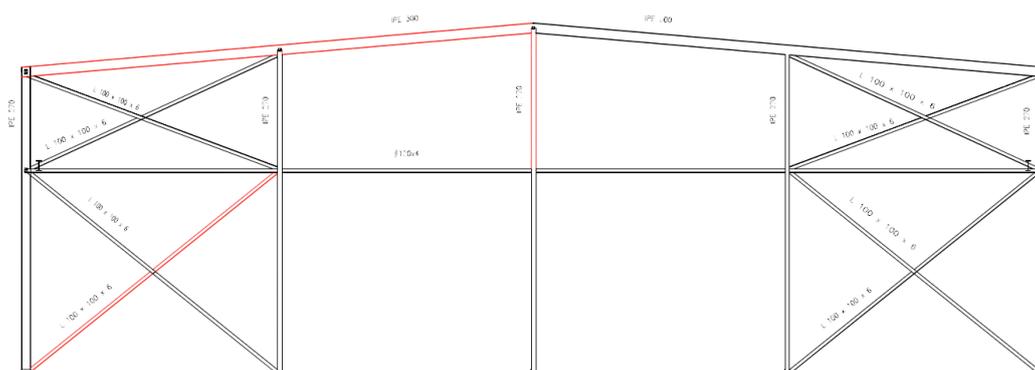
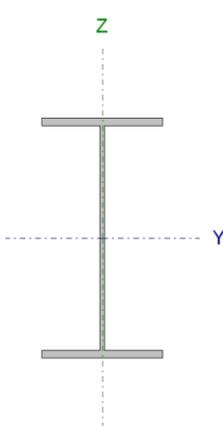


Figura 19: Pórtico fachada

### 2.7.1 Jácena

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N52/N55	3.388	2.69	3.388	3.10	3.388	4.63	3.388	4.70
	3.388	L(>1000)	3.388	L(>1000)	3.388	L(>1000)	3.388	L(>1000)

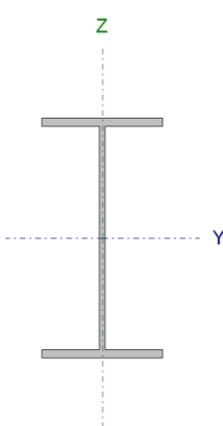
Perfil: IPE 300							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N52	N61	7.528	53.80	8356.00	604.00	20.10
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.00		1.00	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>	0.000		7.528	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>	1.000		0.950	1.000	1.000	
	C <sub>1</sub>			-	1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N52/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.376 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.528 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 7.528 m $\eta = 11.6$	x: 7.528 m $\eta = 3.1$	x: 7.528 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0.376 m $\eta < 0.1$	x: 0.376 m $\eta < 0.1$	x: 7.528 m $\eta = 16.7$	x: 0.376 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 16.7$
Notación: $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

### 2.7.2 Pilar

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N57/N55	5.681	1.32	6.060	22.88	5.681	2.65	6.060	43.35
	5.681	L(>1000)	6.060	L/448.4	5.681	L(>1000)	6.060	L/448.4

Perfil: IPE 270							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N75	N55	4.240	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	1.70	0.00	0.00		
	L <sub>K</sub>	4.240	7.210	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	0.550	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N75/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.198 m η = 1.8	x: 0 m η = 10.4	x: 0.21 m η = 40.3	x: 0 m η = 0.9	x: 4.2 m η = 7.3	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0.21 m η = 43.4	x: 0 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 43.4

### 2.7.3 Diagonal

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N51/N71	8.877	0.00	7.693	0.00	8.285	0.00	8.285	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Perfil: L 100 x 100 x 6 Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>vz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)
N51	N71	9.642	11.80	111.10	111.10	65.30	1.40	23.60	-23.60	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.		
β		0.00		0.00		0.00		0.00		
L <sub>K</sub>		0.000		0.000		0.000		0.000		
C <sub>m</sub>		1.000		1.000		1.000		1.000		
C <sub>1</sub>		-				1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub>
N51/N71	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	η = 4.7	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 4.7

### 2.8 ARRIOSTRAMIENTO LATERAL Y VIGA PERIMETRAL

La fachada lateral está formada por 9 pilares correspondientes a los pórticos interiores, poseen 9 metros y perfil HEB 400. Están unidos por dos vigas perimetrales de 40 metros y perfil IPE 140. Los pilares del primer y último pórtico interior se unen con los pilares del pórtico de fachada mediante un sistema de arriostramiento lateral formado por dos montantes de 5 metros y perfil #80x3 y dos cruces de San Andrés de perfiles L 80x80x5 y L 60x60x4.

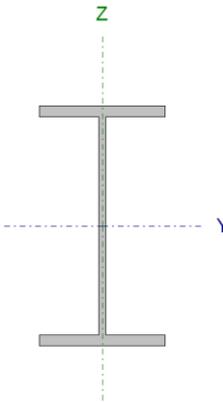
En la Figura 20 se puede observar la estructura de la fachada lateral y en ella aparecen señaladas las barras de las que se adjunta un extracto de sus cálculos.



Figura 20 Fachada lateral

### 2.8.1 Viga perimetral

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N42/N47	4.063	0.00	2.500	0.91	4.063	0.00	2.500	0.91
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)

Perfil: IPE 140							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N42	N47	5.000	16.40	541.00	44.90	2.45
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	L <sub>K</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C <sub>t</sub>	-		1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub>
N42/N47	$\bar{\lambda} < 4.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	η = 7.6	η = 1.8	x: 2.5 m η = 2.3	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m η = 0.4	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.313 m η < 0.1	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 2.5 m η = 9.9	x: 0.313 m η < 0.1	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 9.9
Notación: $\bar{\lambda}$ : Limitación de esbeltez $\lambda_w$ : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>Y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>Z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>Z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>Y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>Y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (2) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (3) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (5) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

## 2.8.2 Diagonal

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N51/N84	4.910	0.00	6.874	0.00	4.910	0.00	6.874	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Perfil: L 80 x 80 x 5 Material: Acero (S275)											
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas									
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)		
N51	N84	7.856	7.86	47.14	47.14	27.69	0.65	18.80	-18.80	-45.0	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.											
		Pandeo				Pandeo lateral					
		Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.			
β		0.00		0.00		0.00		0.00			
L <sub>K</sub>		0.000		0.000		0.000		0.000			
C <sub>m</sub>		1.000		1.000		1.000		1.000			
C <sub>1</sub>		-				1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

## Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N51/N84	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	η = 25.1	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 25.1

## 2.9 SISTEMA CONTRAVIENTO DE CUBIERTA

El sistema contraviento de cubierta está formado cuatro cruces de San Andrés de perfil L 90x90x6 y 3 montantes de 5 metros y perfil #80x3.

En la Figura 21 se muestran los las barras que componen el sistema.

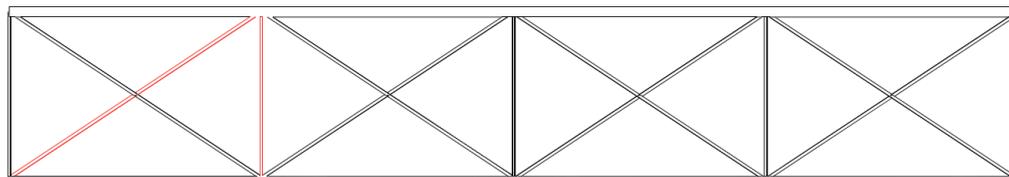


Figura 21: Viga contraviento

### 2.9.1 Diagonal

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N52/N102	6.741	0.00	8.427	0.00	5.618	0.00	8.427	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)

Perfil: L 90 x 90 x 6 Material: Acero (S275)										
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas								
		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
N52	N102	9.037	10.50	80.72	80.72	47.56	1.25	20.80	-20.80	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
		Pandeo			Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
β		0.00	0.00	0.00	0.00					
L <sub>K</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000					
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000					
C <sub>1</sub>		-			1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico										

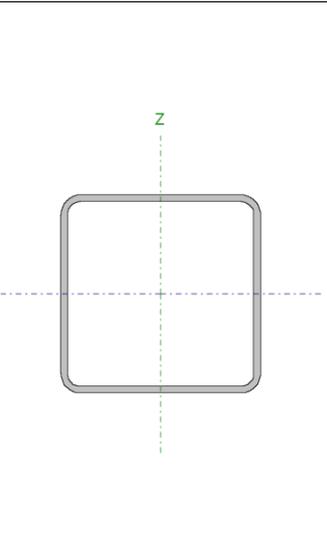
### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>	
N52/N102	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	η = 21.2	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 21.2

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>	V <sub>Z</sub>	V <sub>Y</sub>	M <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub>	NM <sub>Y</sub> M <sub>Z</sub> V <sub>Y</sub> V <sub>Z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>Z</sub>	
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez</li> <li>N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción</li> <li>N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión</li> <li>M<sub>Y</sub>: Resistencia a flexión eje Y</li> <li>M<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión eje Z</li> <li>V<sub>Z</sub>: Resistencia a corte Z</li> <li>V<sub>Y</sub>: Resistencia a corte Y</li> <li>M<sub>Y</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</li> <li>M<sub>Z</sub>V<sub>Y</sub>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</li> <li>NM<sub>Y</sub>M<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión y axil combinados</li> <li>NM<sub>Y</sub>M<sub>Z</sub>V<sub>Y</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</li> <li>M<sub>t</sub>: Resistencia a torsión</li> <li>M<sub>t</sub>V<sub>Z</sub>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</li> <li>M<sub>t</sub>V<sub>Y</sub>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</li> <li>(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</li> <li>(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</li> <li>(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li>(5) 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.</li> <li>(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li>(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</li> <li>(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> </ul>														

## 2.9.2 Montante

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N102/N61	2.188	0.22	3.125	5.25	2.188	0.38	2.813	10.26
	2.188	L/(>1000)	3.125	L/953.2	2.188	L/(>1000)	3.125	L/953.3

Perfil: #80x3								
Material: Acero (S275)								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
	N102	N61	5.000	8.90	85.92	85.92	140.54	
	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 <sub>K</sub>	5.000	5.000	0.000	0.000			
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000				
C <sub>1</sub>	-		1.000					
Notación:								
β: Coeficiente de pandeo								
L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m)								
C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos								
C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N102/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	$\eta = 63.2$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 14.6$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.7$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 80.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.9$

### 2.10 CORREAS

Las correas son los elementos sobre los que se instalan los cerramientos de tipo sándwich. En nuestra estructura se han instalado dos tipos de correas ZF-140x2.5 para la cubierta y ZF-275x4.0 para la fachada lateral.

El cálculo de las correas se ha realizado con la herramienta de generador de pórticos de CYPE. Para ello se han elegido correas apoyadas en tres vanos con una limitación de flecha relativa de  $f_r < L/300$ .

En la Figura 22 se puede observar la disposición de las correas.

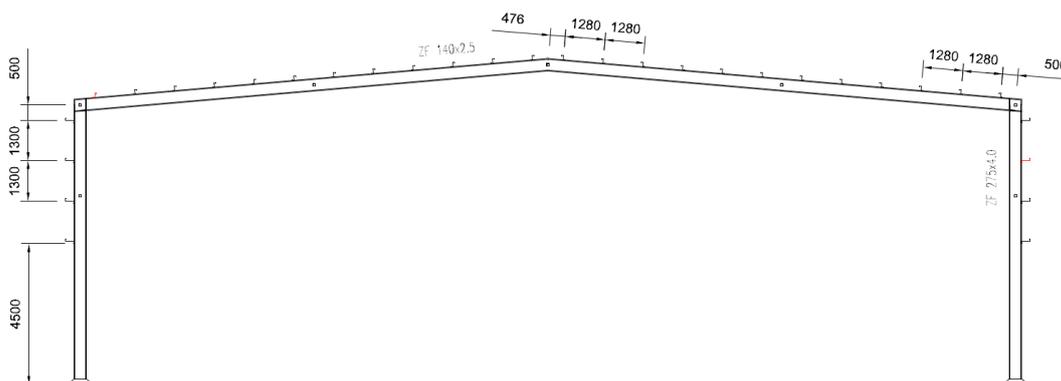


Figura 22: Disposición de correas

### 2.10.1 Correas en cubierta

Perfil: ZF-140x2.5 Material: S235											
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (m)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (m)	α <sup>(5)</sup> (grados)
	0.638, 55.000, 9.055	0.638, 50.000, 9.055	5.000	6.84	204.80	49.26	-74.97	0.14	1.13	2.33	22.0
<b>Notas:</b> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.											
		Pandeo		Pandeo lateral							
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.					
β		0.00	1.00	0.00		0.00					
L <sub>K</sub>		0.000	5.000	0.000		0.000					
C <sub>1</sub>		-		1.000							
<b>Notación:</b> β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico											

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>máx.</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 5 m η = 98.7	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m η = 16.7	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> η = 98.7
<b>Notación:</b> b / t: Relación anchura / espesor λ: Limitación de esbeltez N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión. Eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión. Eje Z M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión biaxial V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a tracción y flexión N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a compresión y flexión NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante, axil y flexión M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
<b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b> (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (6) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (7) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (8) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (11) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

### 2.10.2 Correas en fachada lateral

Perfil: ZF-275x4.0 Material: S235		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )		I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (m)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (m)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
30.000, 50.000, 0.650	30.000, 55.000, 0.650	17.68	1866.37	168.95	-398.51	0.94	2.50	3.84	12.6		
<p>Notas:</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	1.00	1.00	1.00	1.00						
	L <sub>k</sub>	5.000	5.000	5.000	5.000						
	C <sub>1</sub>	-			1.000						
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L<sub>k</sub>: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico</p>											

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>u</sub>	M <sub>v</sub>	M <sub>u</sub> M <sub>v</sub>	V <sub>u</sub>	V <sub>v</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>u</sub> M <sub>v</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>u</sub> M <sub>v</sub>	NM <sub>u</sub> M <sub>v</sub> V <sub>u</sub> V <sub>v</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>u</sub> M <sub>v</sub> V <sub>u</sub> V <sub>v</sub>	
pésima en lateral	b / t ≤ (b / t) <sub>Máx</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 16.0	x: 2.5 m η = 8.1	x: 0 m η = 21.1	x: 5 m η = 0.4	x: 0 m η = 3.5	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 5 m η = 94.9	<b>CUMPLE</b> η = 94.9

### 2.11 VIGA CARRILERA

Este elemento sirve como guía para el puente grúa además de soportar las cargas del mismo. La viga está apoyada sobre unas ménsulas instaladas en los pórticos interiores 4 al 10, tiene una longitud de 25 metros y un perfil IPE 300.

En la Figura 23 puede observarse una vista de planta de la viga carrilera.

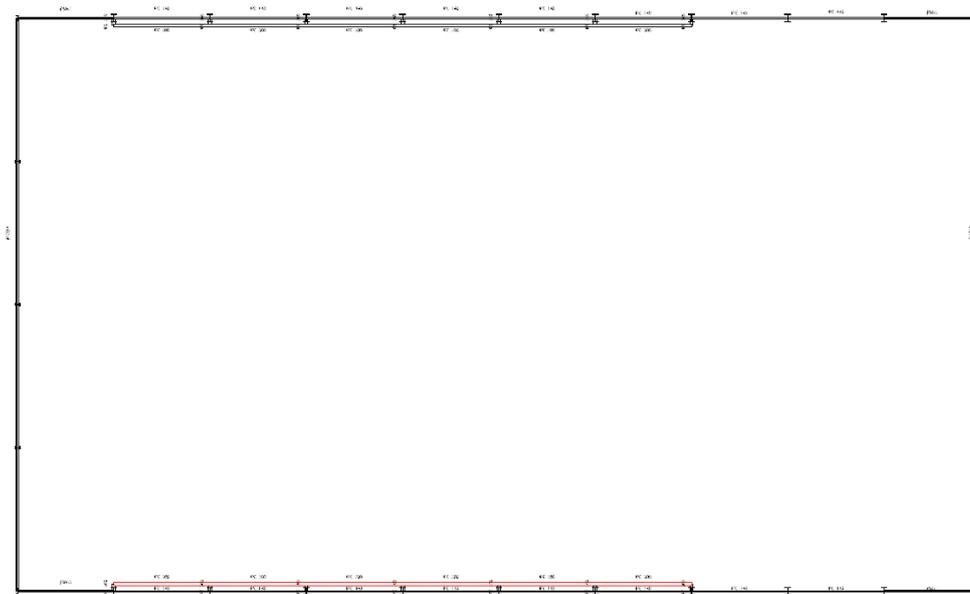
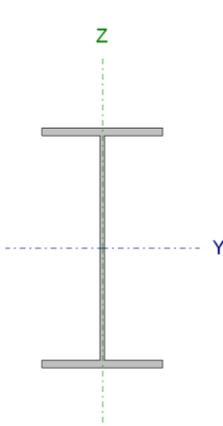


Figura 23: Plano de la viga carrilera

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N124/N125	3.125	0.91	2.188	1.08	3.125	1.02	2.188	1.17
	3.125	L/(>1000)	2.188	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)	2.188	L/(>1000)

Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275)								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
	N124	N125	5.000	53.80	8356.00	604.00	20.10	
	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		1.00	1.00		
	L <sub>K</sub>	0.000	0.000		5.000	5.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000		1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-			1.000			
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								

### Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_Y$	$M_Z$	$V_Z$	$V_Y$	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	$M_t$	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N124/N125	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 24.3$	x: 5 m $\eta = 5.7$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	<b>CUMPLE</b> $\eta = 25.4$
<p><i>Notación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\bar{\lambda}</math>: Limitación de esbeltez</li> <li><math>\lambda_w</math>: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</li> <li><math>N_t</math>: Resistencia a tracción</li> <li><math>N_c</math>: Resistencia a compresión</li> <li><math>M_Y</math>: Resistencia a flexión eje Y</li> <li><math>M_Z</math>: Resistencia a flexión eje Z</li> <li><math>V_Z</math>: Resistencia a corte Z</li> <li><math>V_Y</math>: Resistencia a corte Y</li> <li><math>M_Y V_Z</math>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</li> <li><math>M_Z V_Y</math>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</li> <li><math>N M_Y M_Z</math>: Resistencia a flexión y axil combinados</li> <li><math>N M_Y M_Z V_Y V_Z</math>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</li> <li><math>M_t</math>: Resistencia a torsión</li> <li><math>M_t V_Z</math>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</li> <li><math>M_t V_Y</math>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li><math>\eta</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p><sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p><sup>(2)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

# **3 PRESUPUESTO**

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Materiales	%	Maquinaria	%	Mano de obra	%	Otros	%	Importe
<b>Capítulo A Acondicionamiento del terreno</b>												
ADL010	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	5.787,000			4.050,90	0,6	5.787,00	0,8	462,96	0,1	10.300,86
GTA020	m <sup>3</sup>	Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.	135,680			550,86	0,1			27,14		578,00
ADE010	m <sup>3</sup>	Excavación en zanjas para cimentaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	126,820			2.474,26	0,4	511,08	0,1	150,92		3.136,26
ADR010	m <sup>3</sup>	Relleno principal de zanjas para instalaciones, con tierra de la propia excavación, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.	868,050	130,21		2.673,59	0,4	2.777,76	0,4	286,46		5.868,02
ADR030	m <sup>3</sup>	Base de pavimento mediante relleno a cielo abierto con tierra de la propia excavación, y compactación al 95% del Proctor Modificado con bandeja vibrante de guiado manual.	262,500			808,50	0,1	267,75		55,13		1.131,38
ANS010	m <sup>2</sup>	Solera de hormigón en masa de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HM-25/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual.	1.500,000	23.685,00	3,4	615,00	0,1	7.755,00	1,1	1.620,00	0,2	33.675,00
ANE010	m <sup>2</sup>	Encachado de 20 cm en caja para base de solera, con aporte de grava de cantera de piedra caliza, Ø40/70 mm, y compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante.	4.287,000	16.033,38	2,3	4.458,48	0,6	15.004,50	2,2	1.800,54	0,3	37.296,90
<b>Total capítulo A</b>			<b>39.848,59</b>		5,7	<b>15.631,59</b>	2,3	<b>32.103,09</b>	4,6	<b>4.403,15</b>	0,6	<b>91.986,42</b>
<b>Capítulo C Cimentaciones</b>												
CRL030	m <sup>2</sup>	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.	197,560	1.333,53	0,2			49,39		69,15		1.452,07

CSZ030	m <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 15 kg/m <sup>3</sup> .	101,172	9.899,68	1,4		1.112,90	0,2	557,45	0,1	11.570,03
CAV030	m <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 52 kg/m <sup>3</sup> .	25,600	3.192,58	0,5		385,80	0,1	181,24		3.759,62
<b>Total capítulo C</b>			<b>14.425,79</b>		<b>2,1</b>		<b>1.548,09</b>	<b>0,2</b>	<b>807,84</b>	<b>0,1</b>	<b>16.781,72</b>

**Capítulo E Estructuras**

EAM040	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEB, con uniones soldadas en obra.	67.235,220	86.061,08	12,4	3.361,76	0,5	54.460,53	7,8	7.395,88	1,1	151.279,25
EAM040b	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Huecos cuadrados, con uniones soldadas en obra.	1.336,580	1.710,82	0,2	66,83		1.082,63	0,2	147,03		3.007,31
EAM040c	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.	10.871,180	13.915,11	2,0	543,56	0,1	8.805,66	1,3	1.195,83	0,2	24.460,16
EAM040d	kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.	2.465,840	3.156,27	0,5	123,29		1.997,33	0,3	271,25		5.548,14
EAS005d	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 350x500 mm y espesor 20 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 40 cm de longitud total.	10,000	429,50	0,1	0,70		260,40		34,90		725,50
EAS005c	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 500x600 mm y espesor 30 mm, con 8 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 60 cm de longitud total.	18,000	1.997,64	0,3	1,26		953,10	0,1	149,40		3.101,40
EAT030	kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.	8.970,440	12.827,73	1,8			10.405,71	1,5	1.166,16	0,2	24.399,60
<b>Total capítulo E</b>			<b>120.098,15</b>		<b>17,3</b>	<b>4.097,40</b>	<b>0,6</b>	<b>77.965,36</b>	<b>11,2</b>	<b>10.360,45</b>	<b>1,5</b>	<b>212.521,36</b>

**Capítulo F Fachadas y particiones**

FLM010	m <sup>2</sup>	Cerramiento de fachada formado por panel sándwich aislante para fachadas, de 40 mm de espesor y 1000 mm de ancho, formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m <sup>3</sup> , con sistema de fijación oculto.	662,670	24.406,14	3,5		4.797,73	0,7	1.477,75	0,2	30.681,62	
FEF020	m <sup>2</sup>	Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque de hormigón, liso estándar color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con piezas especiales.	2.367,130	26.062,10	3,8	449,75	0,1	36.572,16	5,3	3.195,63	0,5	66.279,64
FDA005	m	Antepecho de 1,25 m de altura de 30 cm de espesor de fábrica, de bloque hueco de hormigón, para revestir, color gris, 40x20x30 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	35,000	1.551,20	0,2	54,95		1.871,10	0,3	176,05		3.653,30
FTY010	m <sup>2</sup>	Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor.	450,280	6.727,17	1,0			3.269,04	0,5	504,32	0,1	10.500,53
<b>Total capítulo F</b>			<b>58.746,61</b>		<b>8,5</b>	<b>504,70</b>	<b>0,1</b>	<b>46.510,03</b>	<b>6,7</b>	<b>5.353,75</b>	<b>0,8</b>	<b>111.115,09</b>
<b>Capítulo Q Cubiertas</b>												
QLL010	m <sup>2</sup>	Lucernario a un agua con una luz máxima menor de 3 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incolora y 6 mm de espesor.	448,000	56.362,88	8,1			47.147,52	6,8	5.237,12	0,8	108.747,52
QTM010	m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada de paneles tipo sándwich, de 40 mm de espesor y 1100 mm de ancho, con una pendiente mayor del 4%.	1.058,000	39.558,62	5,7			3.089,36	0,4	2.158,32	0,3	44.806,30
<b>Total capítulo Q</b>			<b>95.921,50</b>		<b>13,8</b>			<b>50.236,88</b>	<b>7,2</b>	<b>7.395,44</b>	<b>1,1</b>	<b>153.553,82</b>
<b>Capítulo L Carpintería, vidrios y protecciones solares</b>												
LVC010	m <sup>2</sup>	Doble acristalamiento estándar, 6/6/6, con calzos y sellado continuo.	78,000	3.463,98	0,5			1.003,86	0,1	226,20		4.694,04

LPA100	Ud	Puerta de entrada de acero galvanizado de dos hojas, 1640x2040 mm de luz y altura de paso, troquelada con un cuarterón superior y otro inferior a dos caras, acabado pintado con resina de epoxi color blanco, cerradura con tres puntos de cierre, y premarco.	1,000	1.018,66	0,1	52,23	54,19	1.125,08
LPM010	Ud	Puerta de paso ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, de tablero de fibras acabado en melamina de color blanco, con alma alveolar de papel kraft; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con revestimiento de melamina, color blanco de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con revestimiento de melamina, color blanco de 70x10 mm; con herrajes de colgar y de cierre.	7,000	819,35	0,1	222,53	52,71	1.094,59
LPP020	m <sup>2</sup>	Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 3 y 3,5 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura de acero galvanizado, cuadro de maniobra, pulsador, fotocélula de seguridad y mecanismos, fijada mediante atornillado en hormigón.	51,520	16.993,36	2,4	1.095,31	0,2 915,00	0,1 19.003,67
LPG010	Ud	Puerta basculante pre-leva con contrapesos para garaje formada por chapa plegada de acero galvanizado, panel liso acanalado, acabado galvanizado sendzimir, de 400x500 cm, apertura manual.	1,000				5.322,20	0,8 5.322,20
LPG010b	Ud	Puerta corredera suspendida para garaje, 560x250 cm, formada por chapa de acero galvanizada y plegada, panel liso acanalado, acabado galvanizado sendzimir, apertura manual.	2,000				7.061,64	1,0 7.061,64
<b>Total capítulo L</b>			<b>22.295,35</b>	<b>3,2</b>	<b>2.373,93</b>	<b>0,3 13.631,94</b>	<b>2,0 38.301,22</b>	

**Capítulo S Señalización y equipamiento**

SER010	Ud	Escalera recta de madera de abeto, con barandilla de madera, para salvar una altura entre plantas de 120 cm, fijada mecánicamente a la estructura, acabada con barniz sintético.	2,000				417,70	0,1 417,70
<b>Total capítulo S</b>							<b>417,70</b>	<b>0,1 417,70</b>

**Capítulo I Instalaciones**

ITC010	Ud	Rampa hidráulica de 8 Tn, de 2,3x3 m.	7,000				25.454,52	3,7 25.454,52
--------	----	---------------------------------------	-------	--	--	--	-----------	---------------

ITA010	Ud	Puente grúa para luces de 30 m y 5 Tn de carga máxima.	1,000					39.137,25	5,6	39.137,25
<b>Total capítulo I</b>								<b>64.591,77</b>	9,3	<b>64.591,77</b>
<b>Capítulo U Urbanización interior de la parcela</b>										
UJP010	Ud	Aligustre (Ligustrum japonicum), suministrado en contenedor.	16,000	759,04	0,1	47,20	120,64	46,88		973,76
<b>Total capítulo U</b>				<b>759,04</b>	0,1	<b>47,20</b>	<b>120,64</b>	<b>46,88</b>		<b>973,76</b>
<b>Total obra</b>				<b>352.095,03</b>	51,0	<b>20.280,89</b>	2,9	<b>210.858,02</b>	30,5	<b>107.008,92</b>
									15,6	<b>690.242,86</b>

Capítulo	Precio (€)
<b>1 Acondicionamiento del terreno.</b>	<b>91.986,42</b>
<b>2 Cimentaciones.</b>	<b>16.781,72</b>
<b>3 Estructuras .</b>	<b>212.521,36</b>
<b>4 Fachadas y particiones.</b>	<b>111.115,09</b>
<b>5 Cubiertas.</b>	<b>153.553,82</b>
<b>6 Carpintería, vidrios y protecciones solares.</b>	<b>38.301,22</b>
<b>7 Señalización y equipamiento.</b>	<b>417,70</b>
<b>8 Instalaciones.</b>	<b>64.591,77</b>
<b>9 Urbanización interior de la parcela.</b>	<b>973,76</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>690.242,86</b>
13% de gastos generales	89.731,57
6% de beneficio industrial	41.414,57
<b>Suma</b>	<b>821.389</b>
21% IVA	172.491,69
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>993.880,69</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVECIENTOS NOVENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

**4 PLANOS**

---

## Contenido

### 1.1 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

### 1.2 PARCELA

## 2 URBANIZACIÓN DE PARCELA

### 3 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

#### 4.1 CIMENTACIÓN. PLANTA

#### 4.2 CIMENTACIÓN. DETALLE

#### 5.1 ESTRUCTURA. 3D

#### 5.2 ESTRUCTURA. PÓRTICOS INTERIORES, PÓRTICO FACHADA Y UNIONES

#### 5.3 ESTRUCTURA. PÓRTICOS LATERALES Y PLACAS DE ANCLAJE

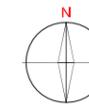
#### 5.4 ESTRUCTURA. PLANO DE LA VIGA CARRILERA

#### 5.5 ESTRUCTURA. CUBIERTA

### 6.1 CERRAMIENTOS. FACHADA FRONTAL Y POSTERIOR

### 6.2 CERRAMIENTOS. FACHADAS LATERALES

### 6.3 CERRAMIENTOS. CUBIERTA



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1500 m<sup>2</sup> SITUADO EN EL ESPARTAL III**

Plano: **Situación y emplazamiento**

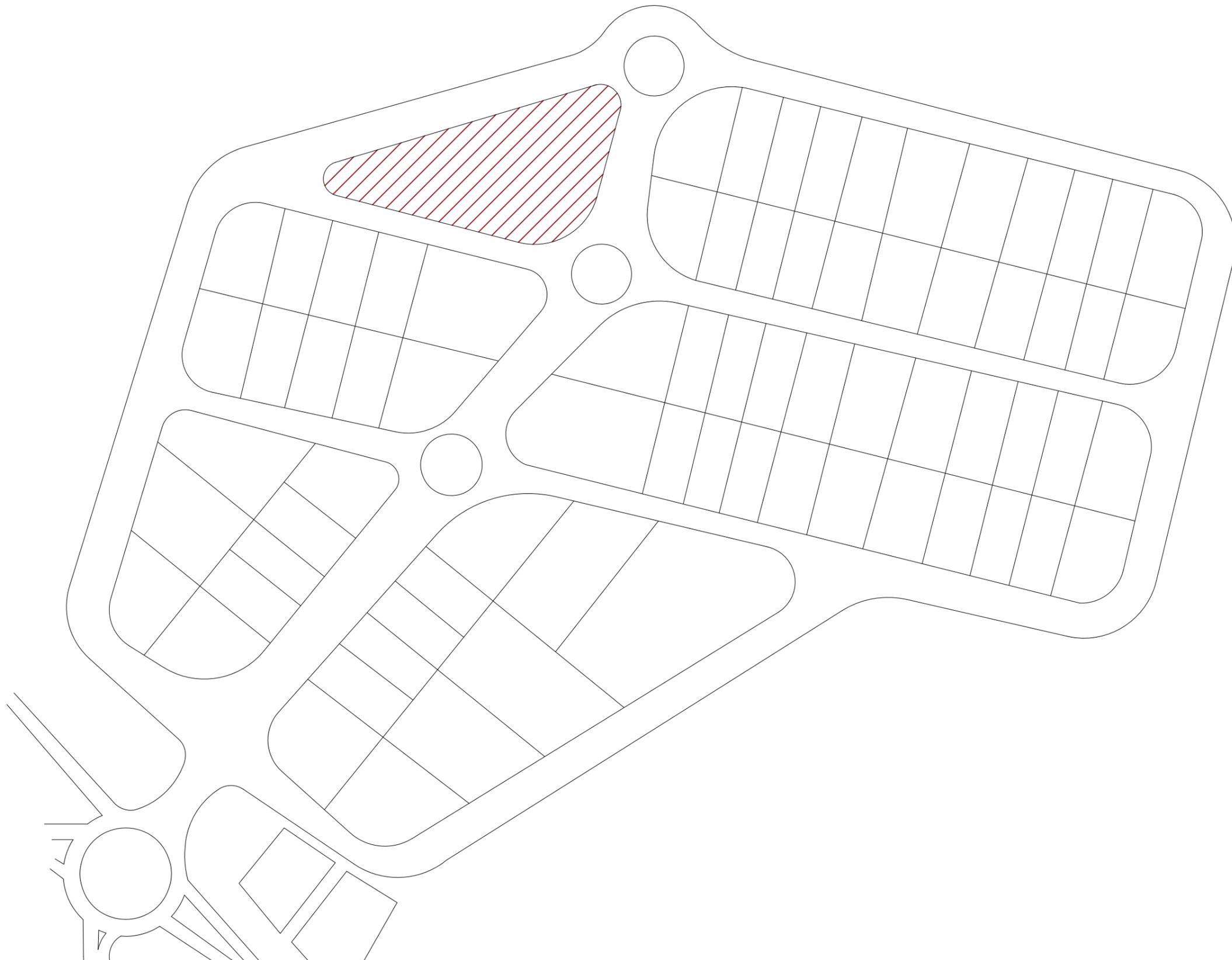
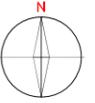
Autor: **Alfonso Esteve Gil**

Fecha: **Julio 2016**

Escala: **S/E**

Nº Plano:

**1.1**



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1500 m<sup>2</sup> SITUADO EN EL ESPARTAL III**

Plano: **Parcela**

Autor: **Alfonso Esteve Gil**

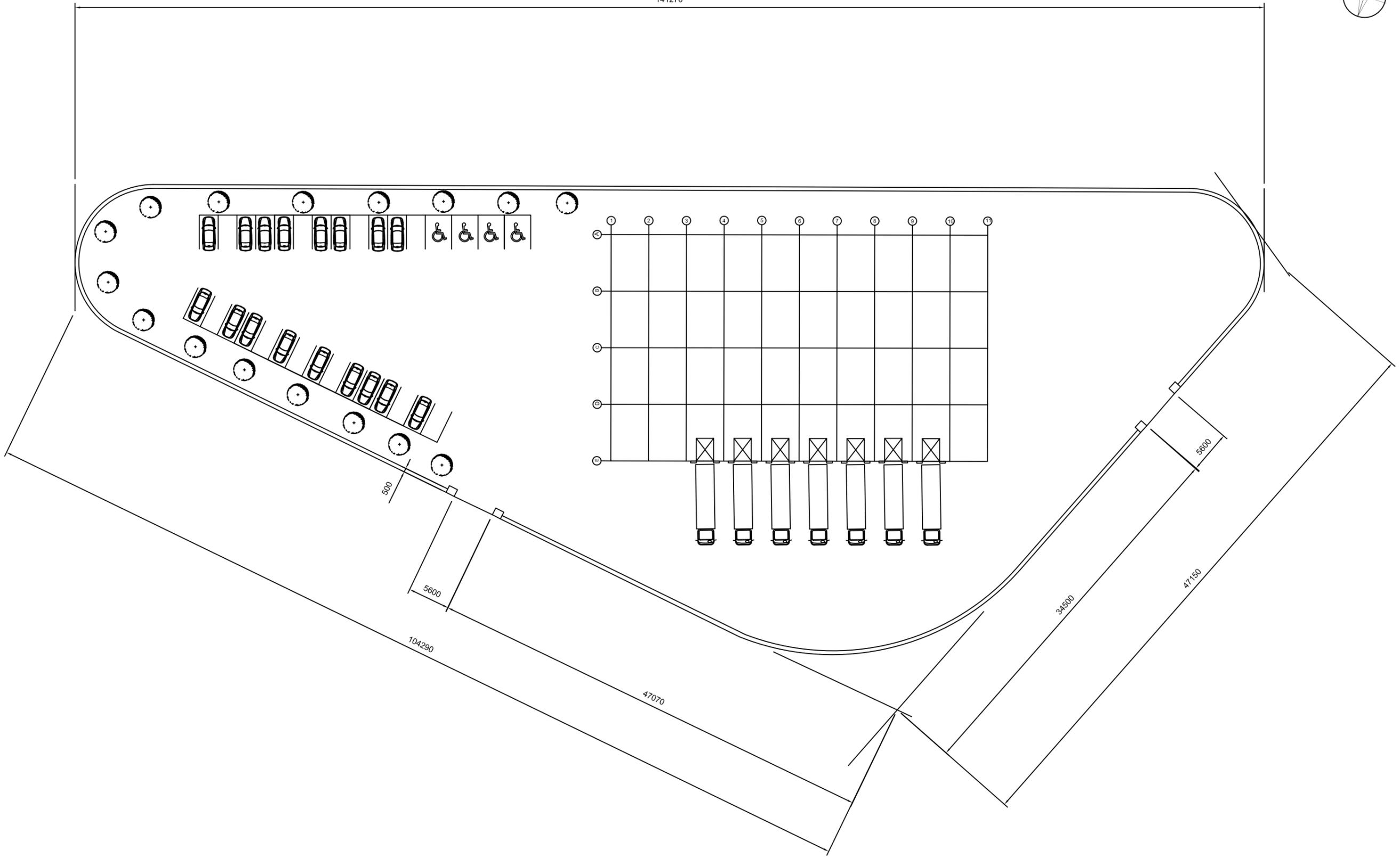
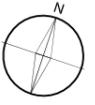
Fecha: **Julio 2016**

Escala: **S/E**

Nº Plano:

**1.2**

141270



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1500 m<sup>2</sup> SITUADO EN EL ESPARTAL III**

Plano: **Urbanización de parcela**

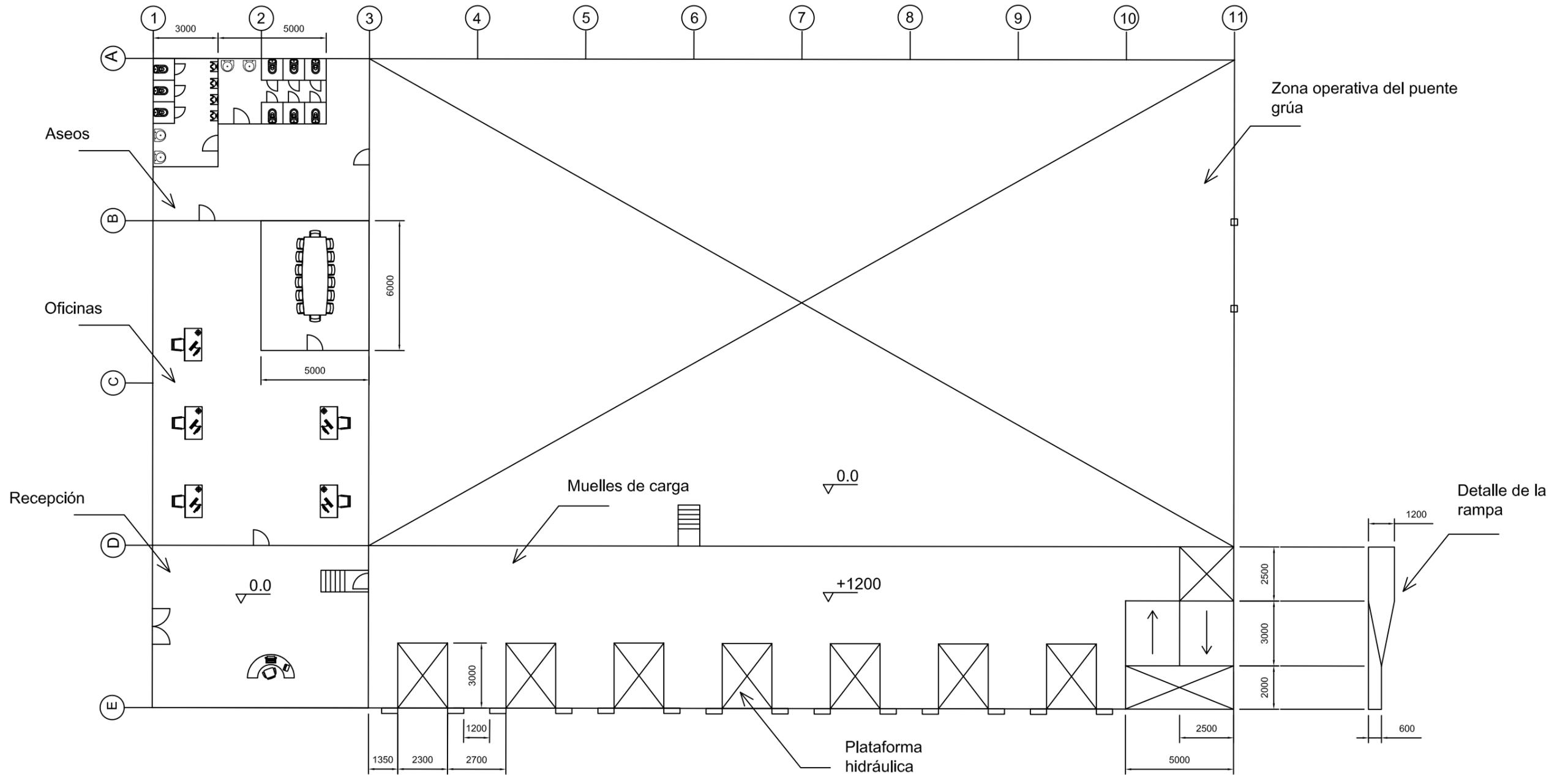
Autor: **Alfonso Esteve Gil**

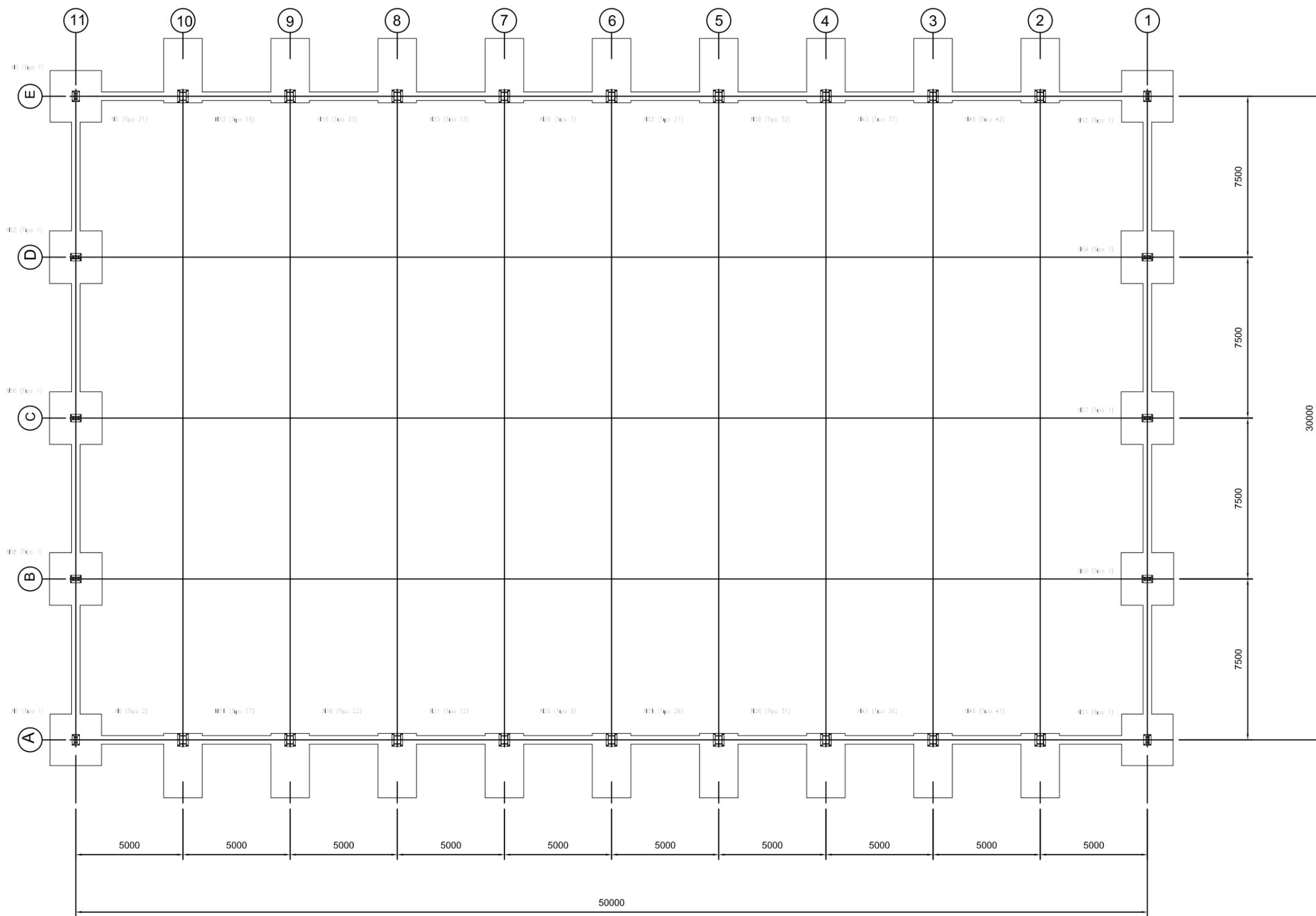
Fecha: **Julio 2016**

Escala: **1:400**

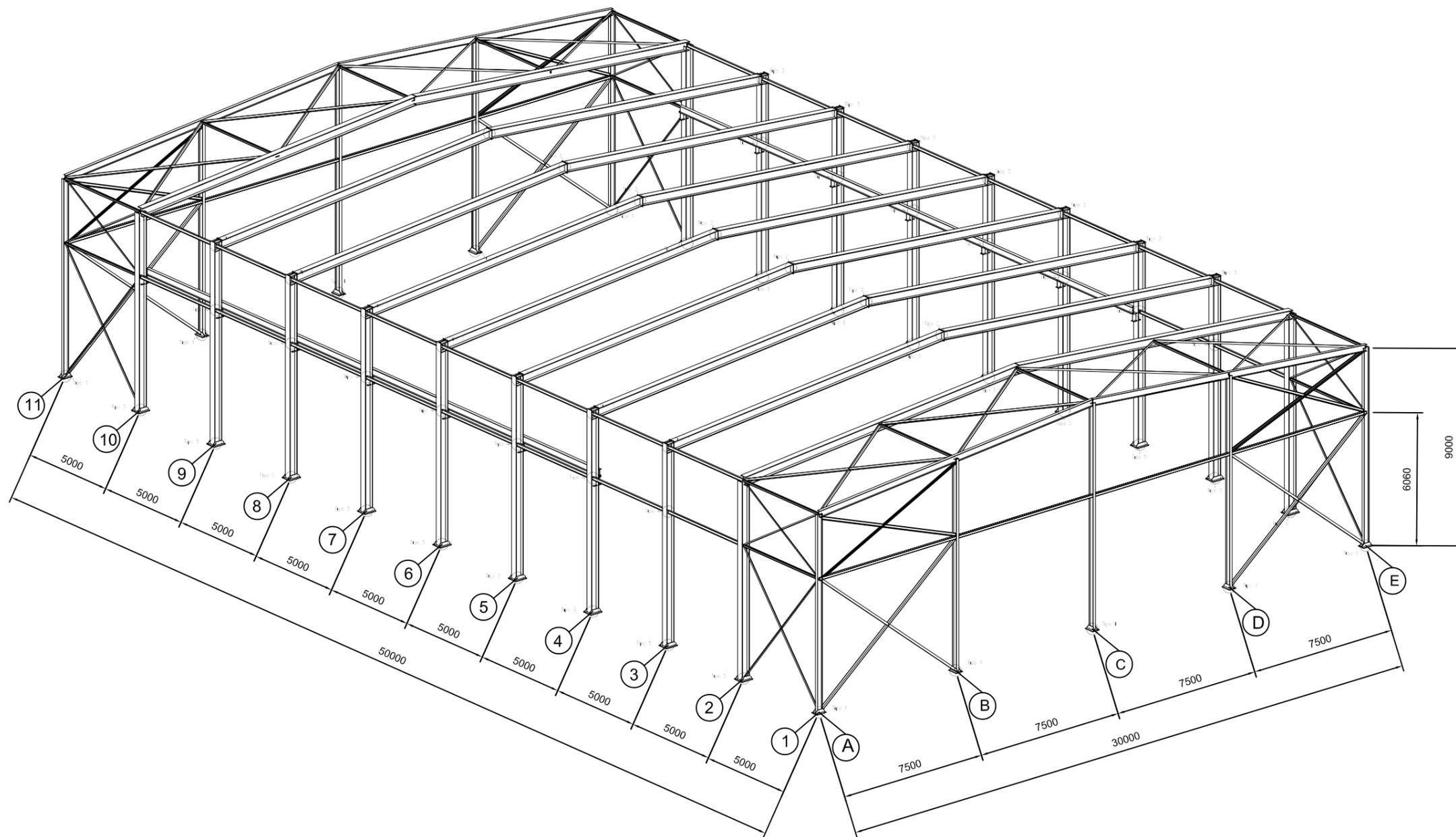
Nº Plano:

**2**

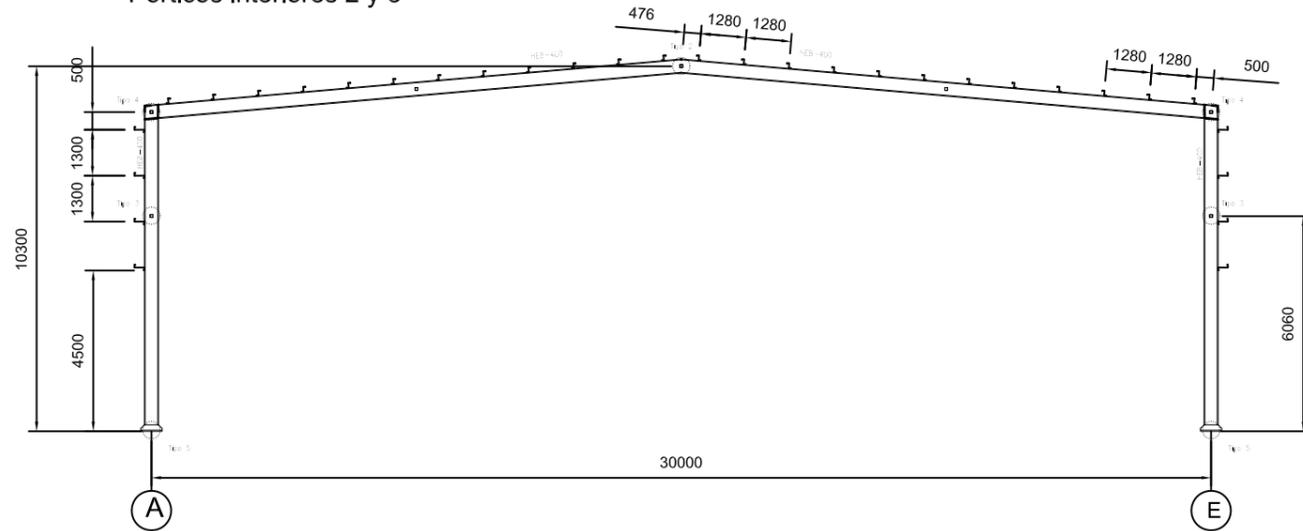




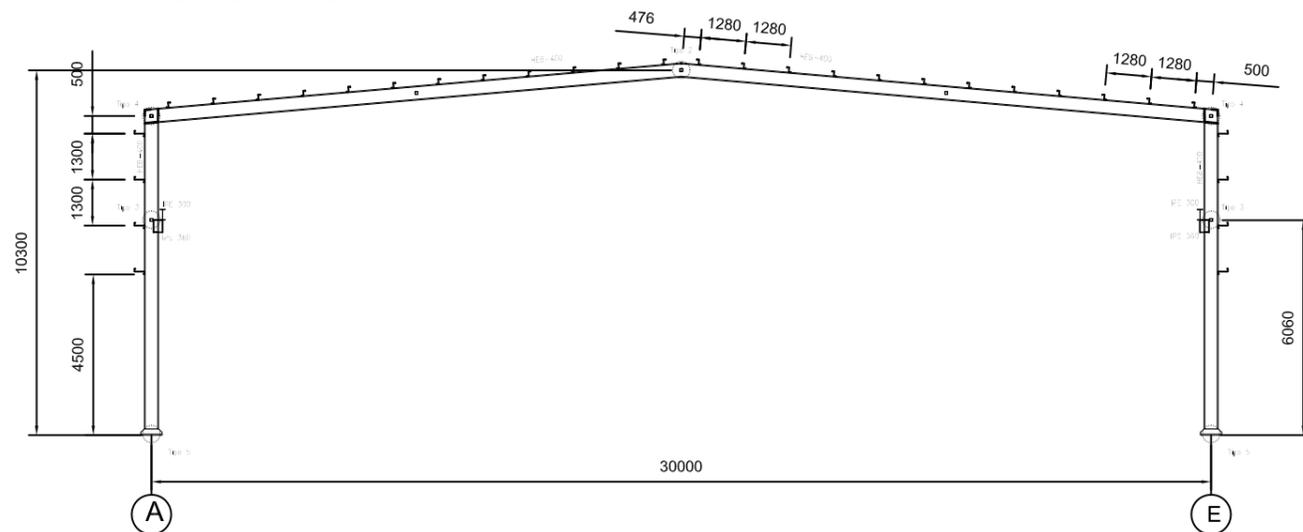




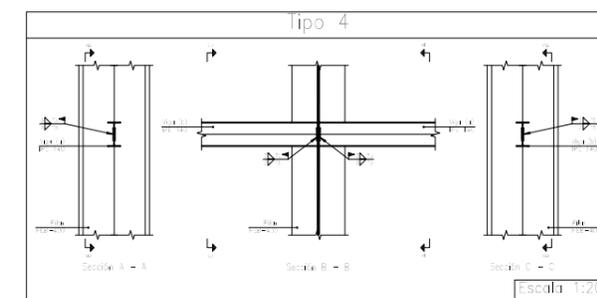
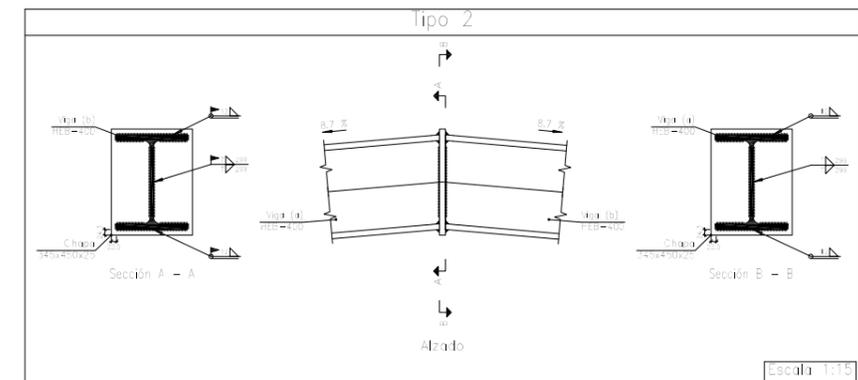
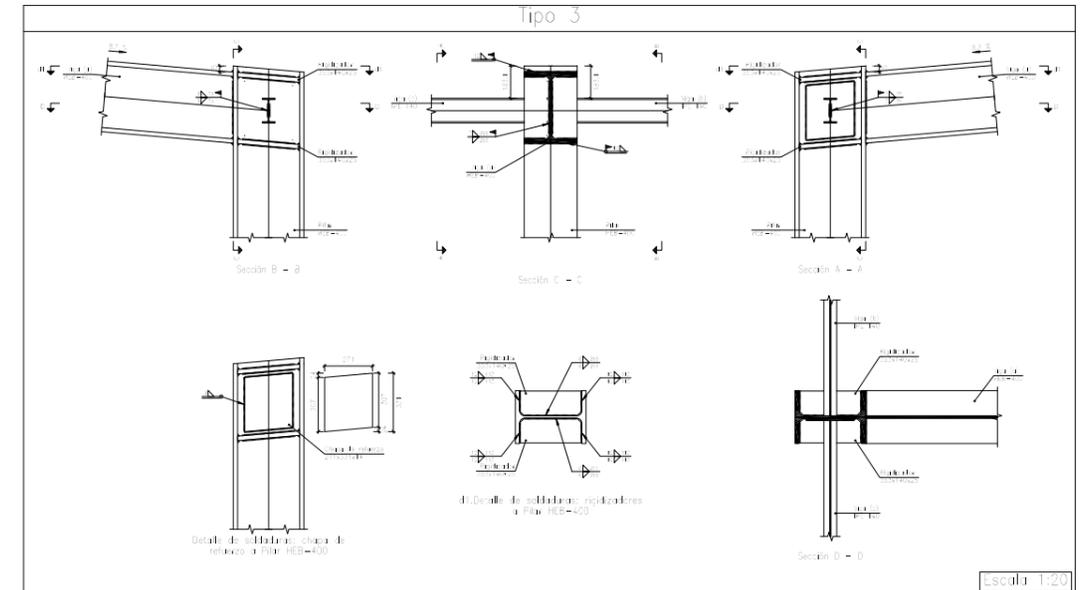
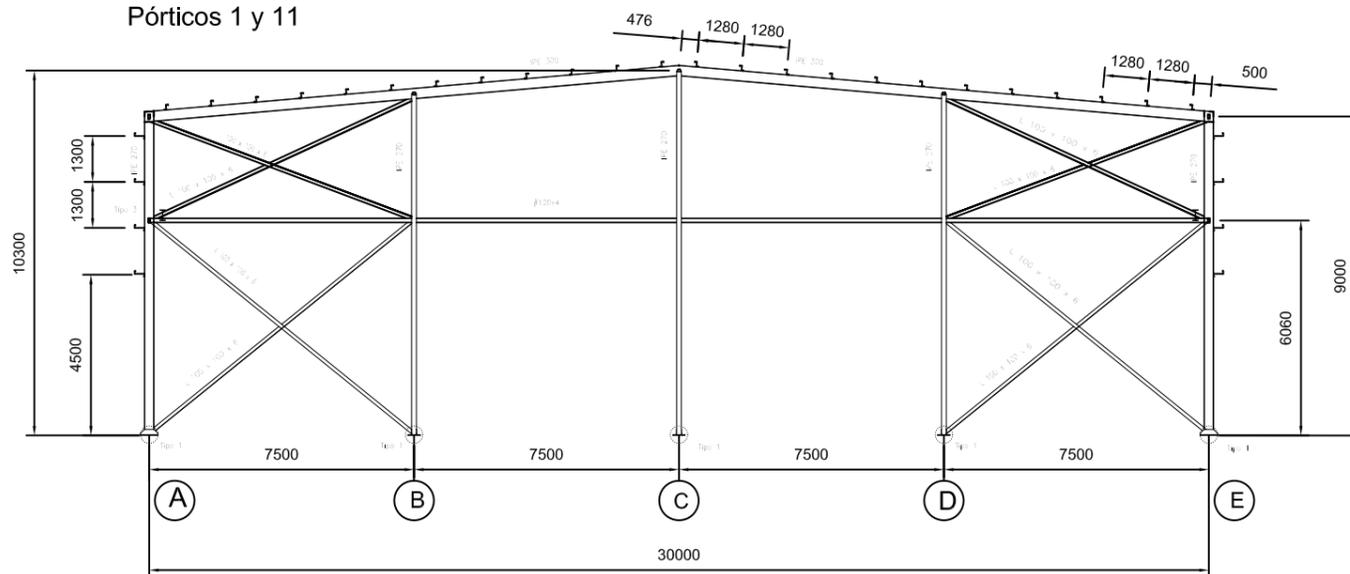
Pórticos interiores 2 y 3



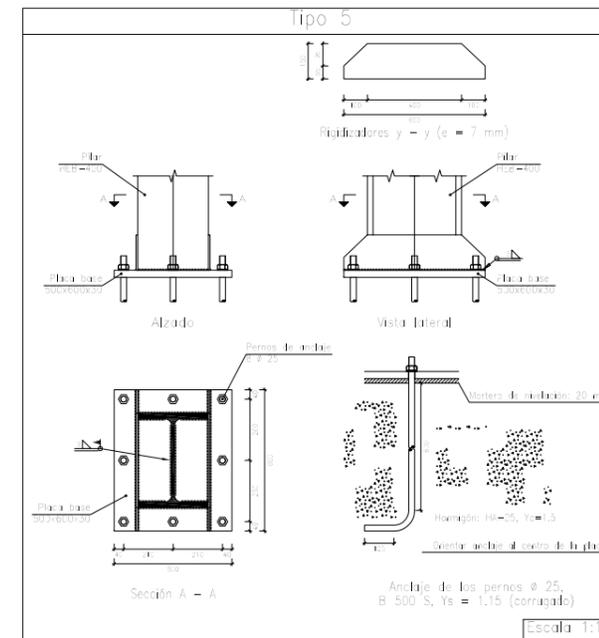
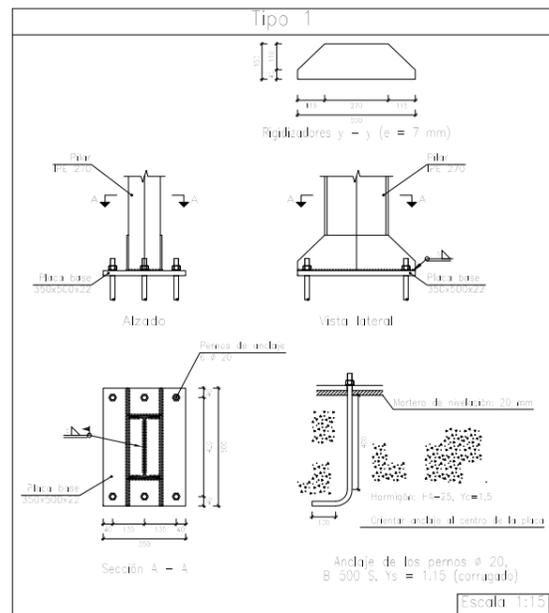
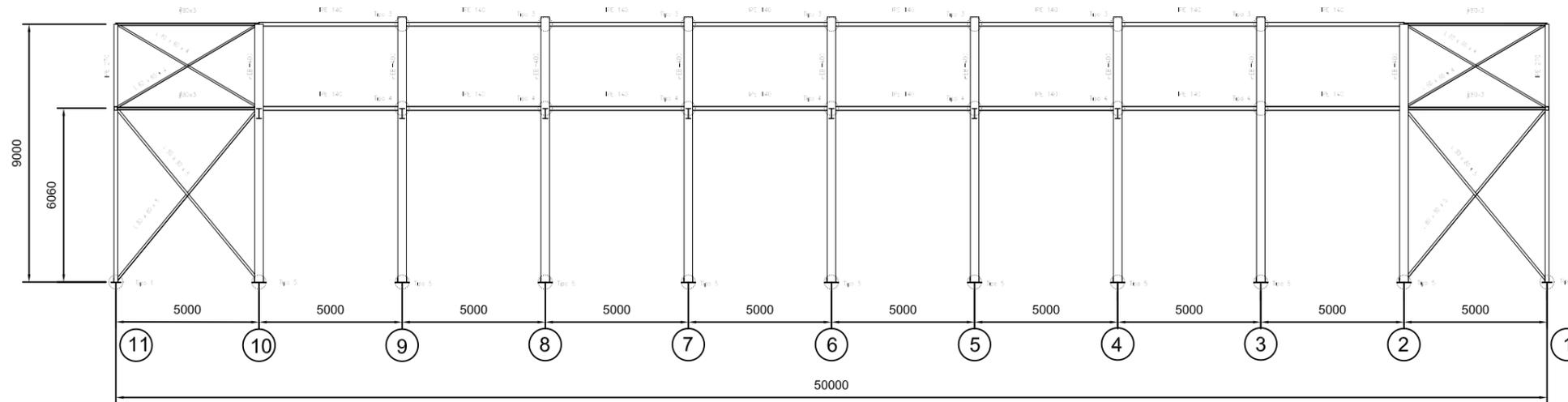
Pórticos interiores 4 al 10

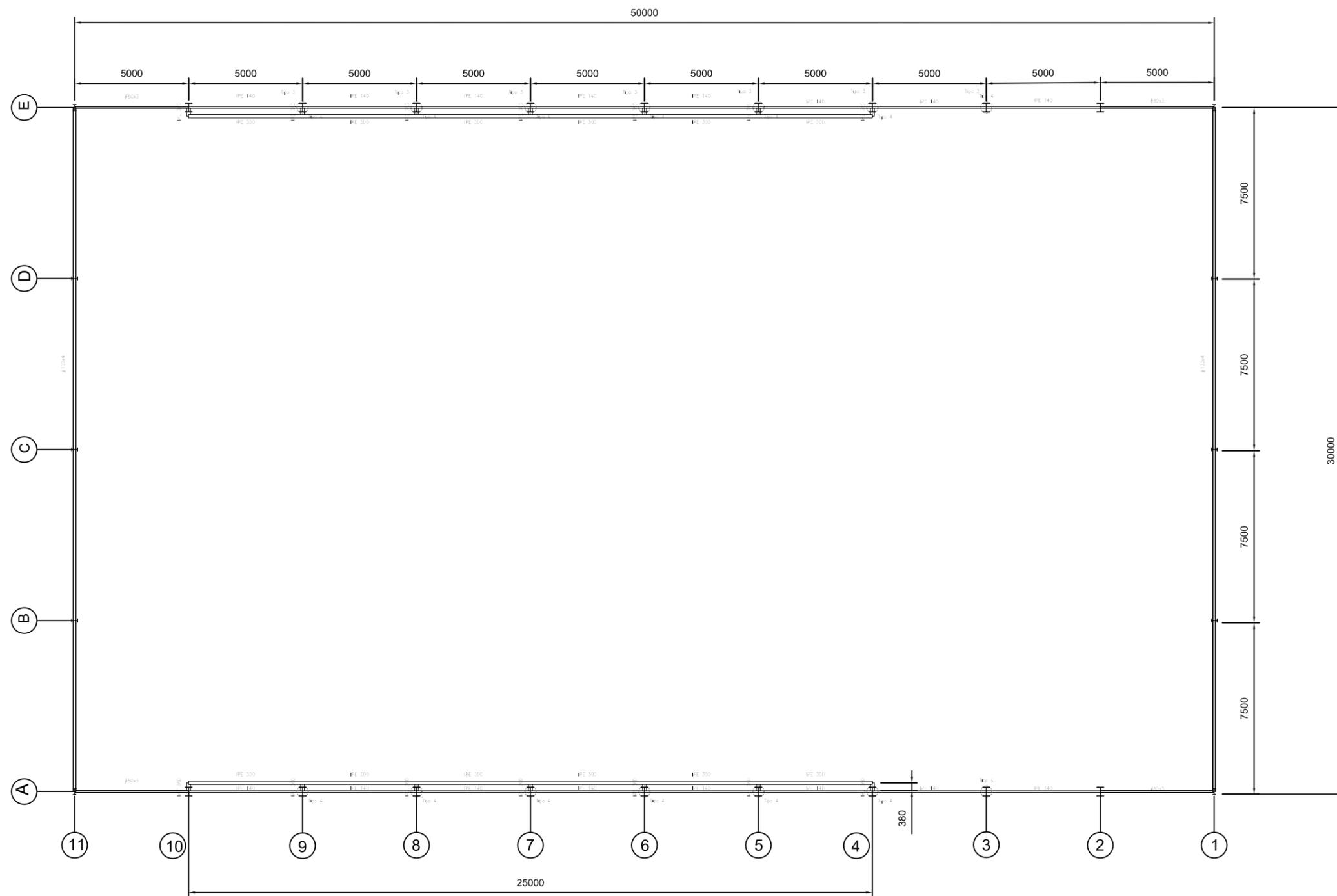


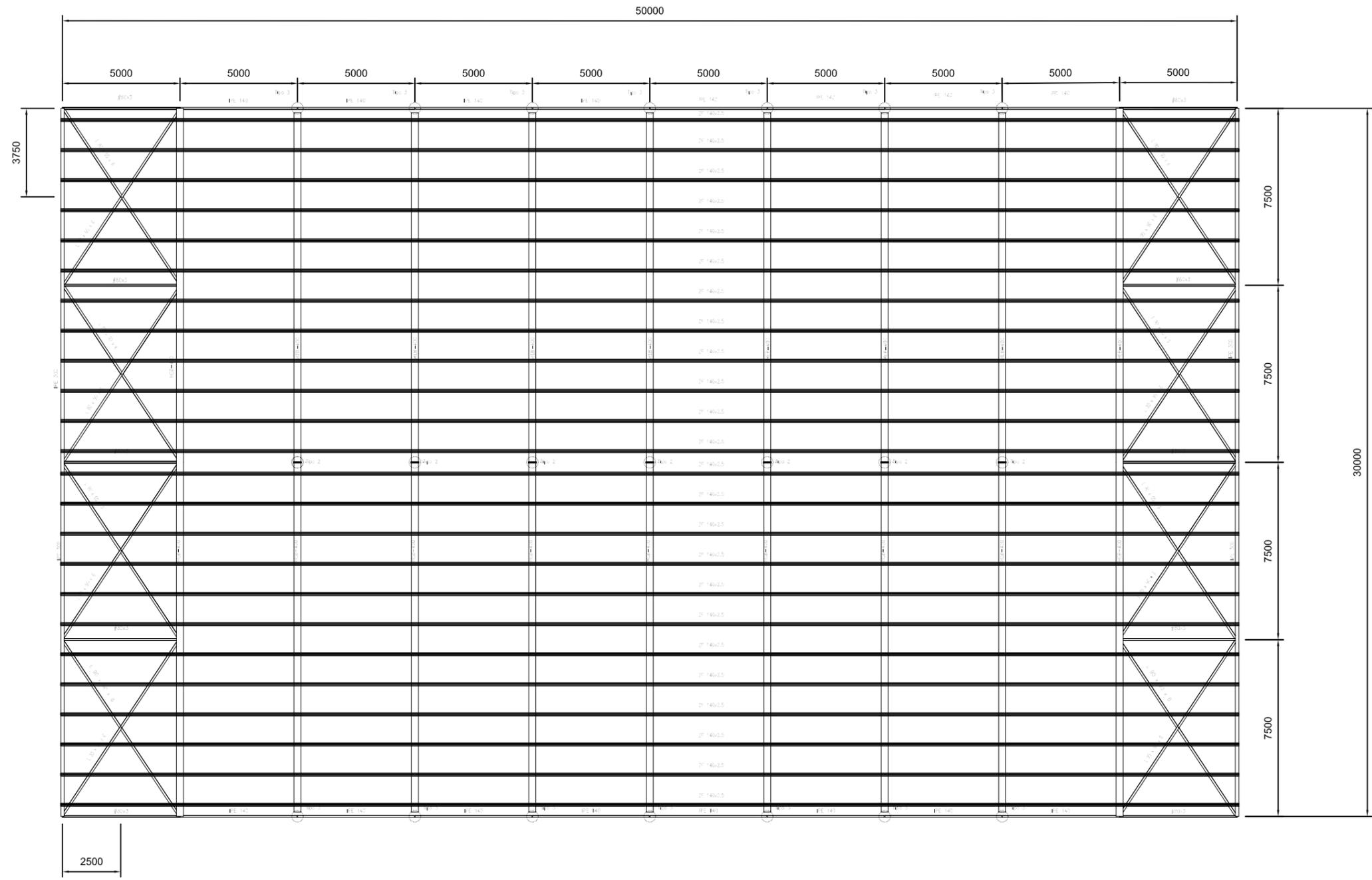
Pórticos 1 y 11



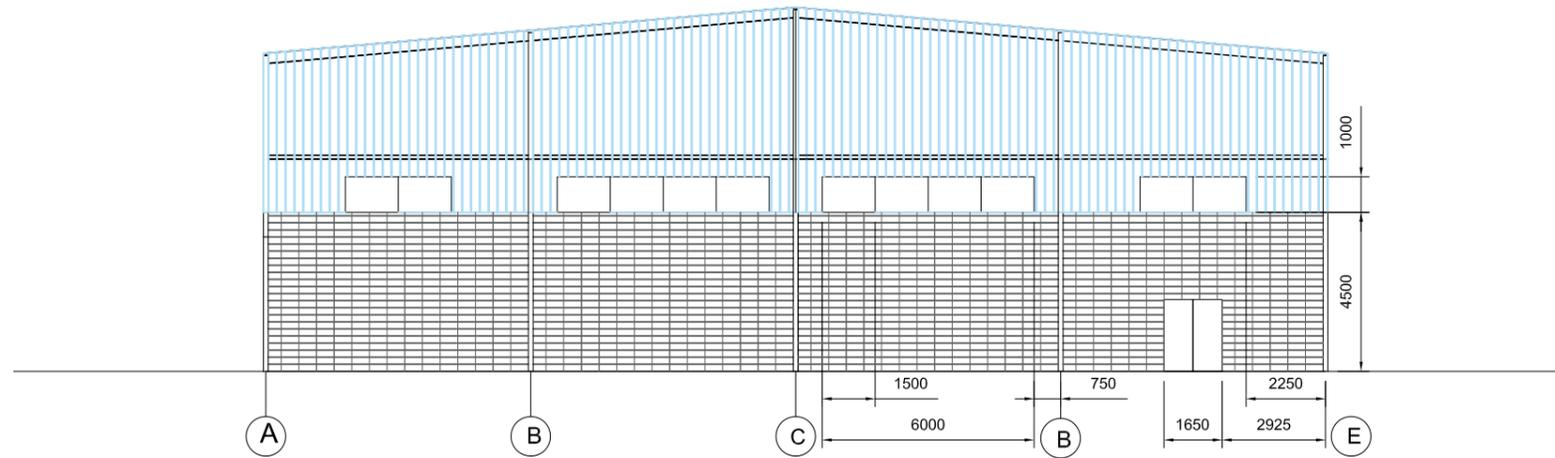
Fachadas laterales A y E



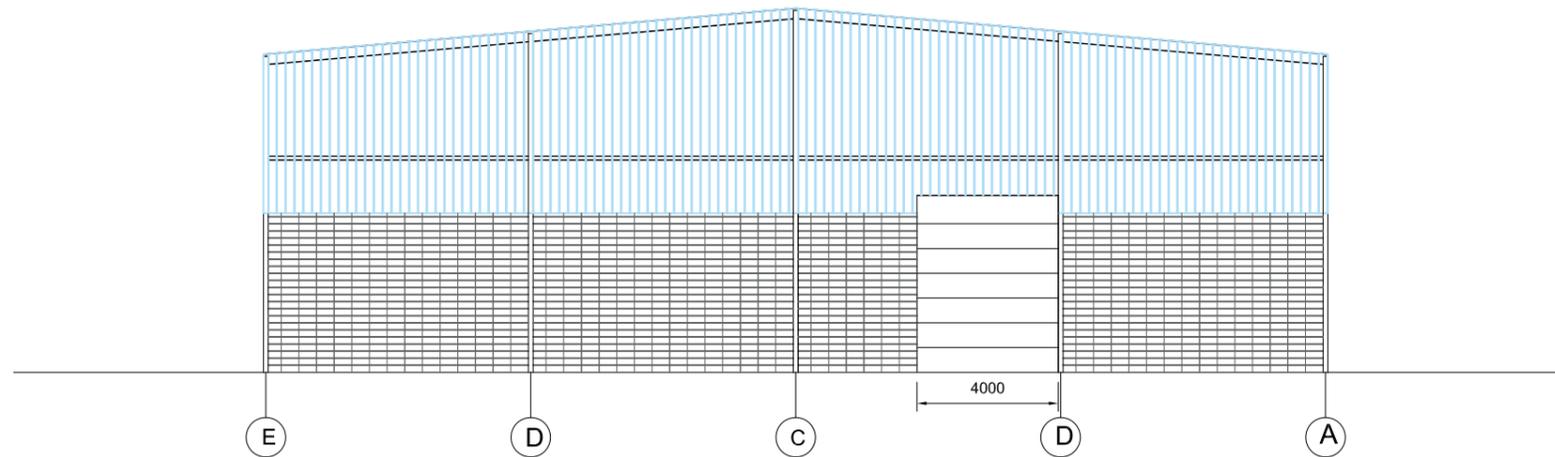




Pórtico fachada 1



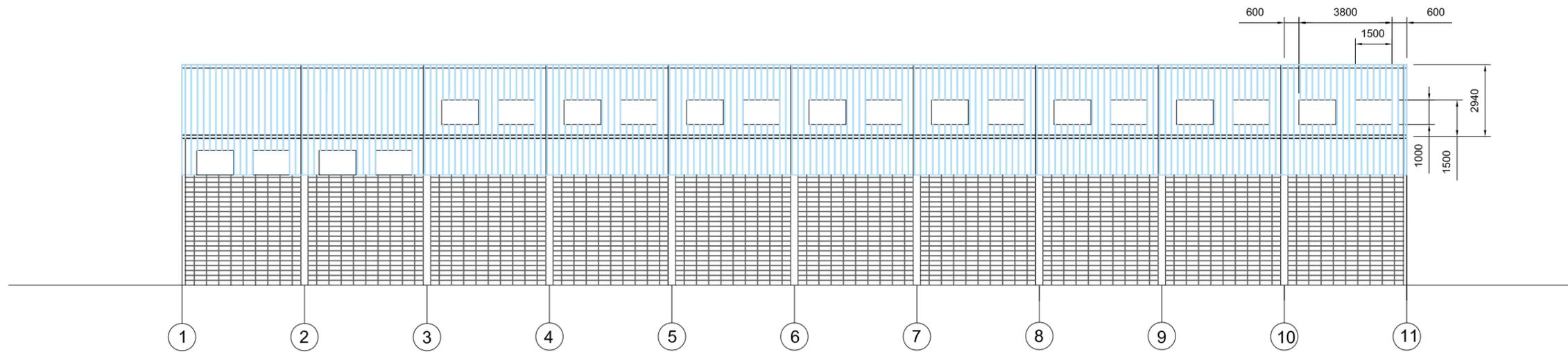
Pórtico fachada 11



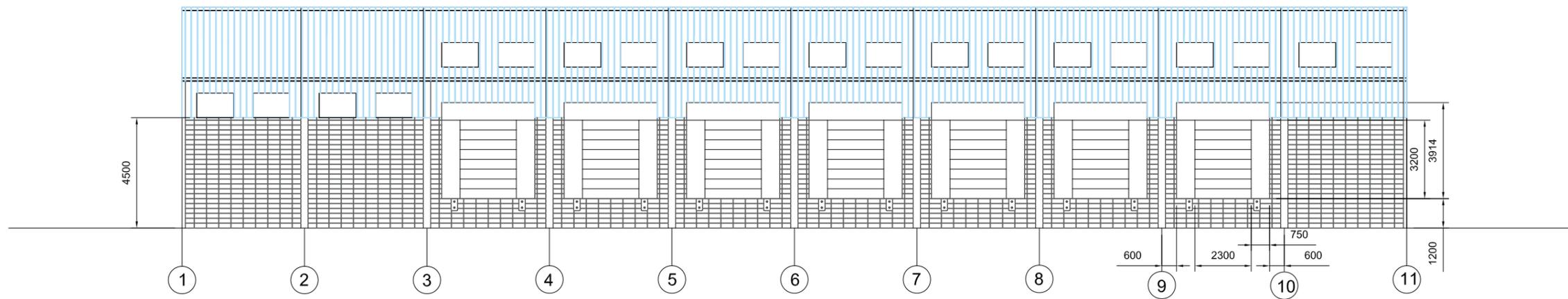
 Cerramiento de panel tipo sándwich

 Cerramiento de bloques de hormigón

Fachada lateral E

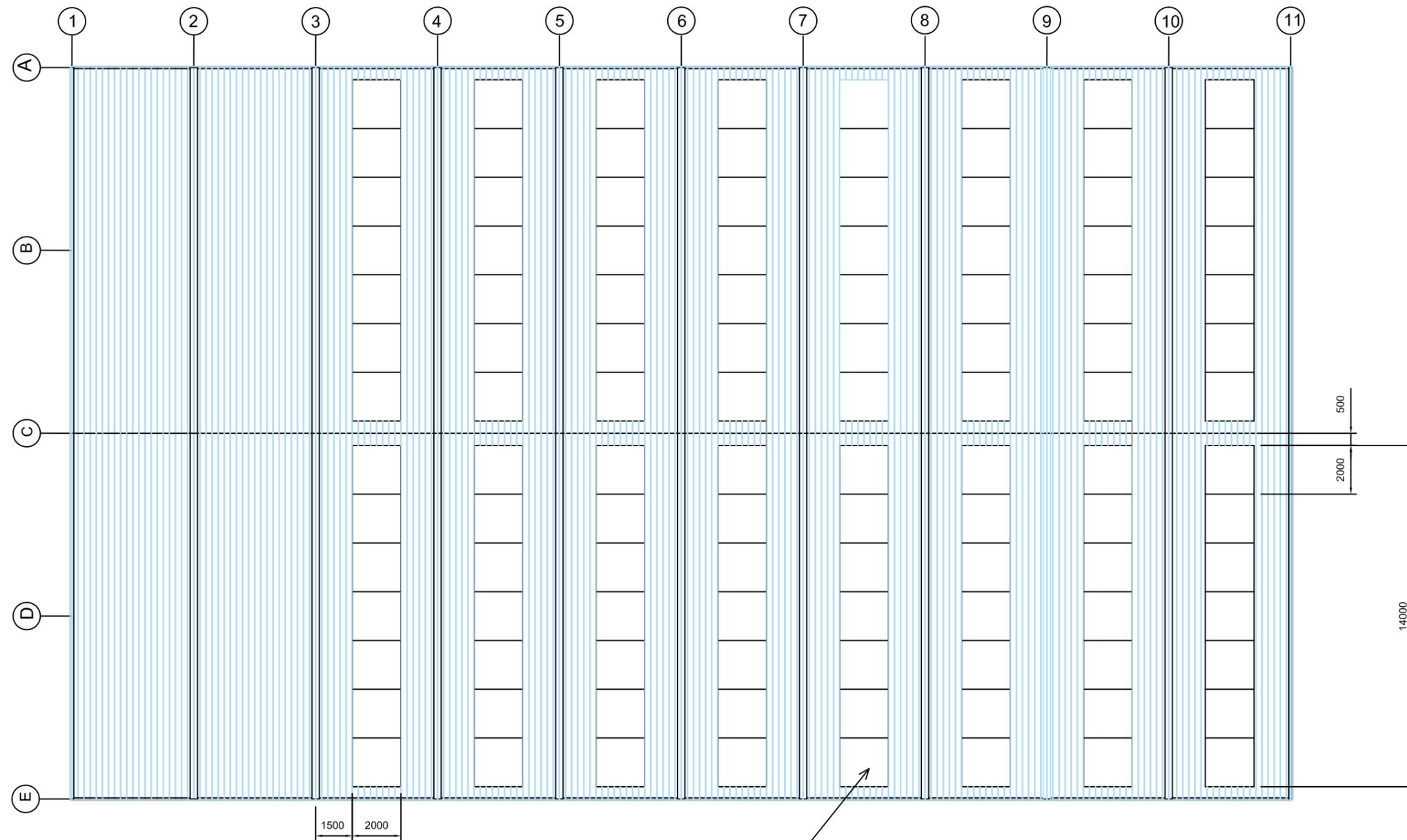


Fachada lateral A



 Cerramiento de panel tipo sándwich

 Cerramiento de bloques de hormigón



Lucernarios

 Cerramiento de panel tipo sándwich