



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Montesinos Herrero, Aitor

Tutor/a: Saura Arnau, Héctor

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR ENGINYERIA
INDUSTRIAL VALÈNCIA

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

CÁLCULO ESTRUCTURAL DE UN HANGAR PARA BOEING 737

AUTOR: AITOR MONTESINOS HERRERO

TUTOR: HÉCTOR SAURA ARNAU

Curso Académico:

2021-22





Resumen

La nave servirá de hangar para un Boeing 737 de unas dimensiones de 39,52 m de longitud y 35,9 m de envergadura y además estará dotada de un bloque interior para oficinas. Para el cálculo también se tendrá en cuenta la instalación de placas solares. Estará situado en el aeropuerto de Valencia, en una parcela junto a la Carretera de Valencia de unos 6000 m².

Para el cálculo estructural se utilizará el programa CYPE 3D y para la generación de planos el AUTOCAD.



Resum

La nau servirà d'hangar per a un Boeing 737 d'unes dimensions de 39,52 m de longitud i 35,9 m d'envergadura i a més estarà dotada d'un bloc interior per a oficines. Per al càlcul també es tindrà en compte l'instal·lació de plaques solars. Hi estarà situat a l'aeroport de Manises, a una parcel·la junt a la Carretera de València d'uns 6000 m².

Cal destacar que per al càlcul estructural es farà servir el programa CYPE 3D i per a la generació de plànols l'AUTOCAD.



Abstract

The industrial building will serve as a hangar for a Boeing 737 with a length of 39,52 m and a size of 35,9 m and will also be equipped with an interior office block. The calculation will take into account the installation of solar panels. It will be located at Manises airport, on a plot next to the Valencia road, of about 6000 m².

CYPE 3D programme will be used for the structural calculation and AUTOCAD for the generation of plans.



Índice general

1. Memoria descriptiva	6
2. Anexo de cálculo.....	33
3. Presupuesto	74
4. Planos	93



1. Memoria descriptiva

Índice de la memoria descriptiva

1	Introducción	9
1.1	Objetivo del proyecto	9
2	Terreno.....	9
2.1	Localización de la parcela	9
2.2	Dimensiones	11
2.2.1	Parcela.....	11
2.2.2	Aeronave	11
2.2.3	Hangar	11
2.3	Actuaciones previas.....	12
3	Normativa.....	12
4	Requerimientos espaciales.....	13
5	Funcionalidad de la nave.....	14
6	Características estructurales de la nave	15
6.1	Acciones	15
6.1.1	Cargas permanentes.....	15
6.1.2	Sobrecarga de uso	15
6.1.3	Viento	15
6.1.4	Nieve.....	16
6.2	Elementos estructurales.....	18
6.2.1	Introducción	18
6.2.2	Pórtico interior.....	18
6.2.3	Pórtico de fachada.....	19
6.2.4	Pórtico trasero.....	19
6.2.5	Forjado para oficinas	20
6.2.6	Correas	21
6.2.7	Cruces de San Andrés	22
6.2.8	Viga perimetral	22
6.2.9	Viga contraviento	23
6.2.10	Uniones.....	23
6.2.11	Placas de anclaje.....	25
6.2.12	Cimentaciones.....	26



6.3	Otros elementos	27
6.3.1	Placas solares.....	27
6.3.2	Evacuación de aguas.....	28
6.3.3	Pavimentos.....	28
6.3.4	Cerramientos.....	28
6.4	Materiales empleados	29
6.4.1	Hormigón.....	29
6.4.2	Acero	29
7	Presupuesto	30
8	Bibliografía	32

1 Introducción

1.1 Objetivo del proyecto

El objetivo principal de este proyecto es hacerlo servir como TFG del alumno Aitor Montesinos Herrero, matriculado en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universitat Politècnica de València, con el objetivo de poner fin a los estudios realizados en el grado de ingeniería en tecnologías industriales demostrando parte de los conocimientos adquiridos por el alumno, en este caso, en materias relacionadas con la construcción, ya que este proyecto tiene como objetivo hacer el cálculo estructural de una nave industrial.

2 Terreno

2.1 Localización de la parcela

La parcela donde se edificará la nave se encuentra en el aeropuerto de Valencia, en la parte sur junto a la carretera de Valencia y la autovía del este, en el término municipal de Quart de Poblet. En su lado izquierdo, se encuentra la parcela en la que está el hangar perteneciente a Mercadona, mientras que a los otros lados las respectivas parcelas están sin ocupar. Cabe destacar que aunque en la parcela de al lado hay una nave, esta no va a ser colindante con la de este proyecto ya que hay una distancia considerable entre ambas naves.

En las siguientes imágenes se puede ver la localización exacta del municipio, y en consecuencia, de la parcela seleccionada. (Figura 1,2 y 3)



Figura 1 - Ubicación de Manises dentro de la provincia de Valencia



Figura 2 - Territorio del aeropuerto

Si nos centramos en la parte sud de esta imagen (Figura 2), ahí se encuentra la parcela para el hangar de este proyecto. (Figura 3)



Figura 3 - Ubicación de la parcela en color amarillo

2.2 Dimensiones

2.2.1 Parcela

La parcela seleccionada para la construcción del hangar tiene una superficie de 5950 m², teniendo una forma rectangular de 70 m de amplitud y 85 m de largo. Aparte del hangar, también debe abastecer un aparcamiento de vehículos terrestres.

2.2.2 Aeronave

En cuanto a la aeronave, se trata de un Boeing 737 de uso principalmente comercial, pero también podrá ser utilizado para el transporte de personas.

Las dimensiones de este avión son 39,52 m de longitud por unos 35,9 m de envergadura, además, la parte más alta de la aeronave llega hasta los 11,6 m. (Figura 4)

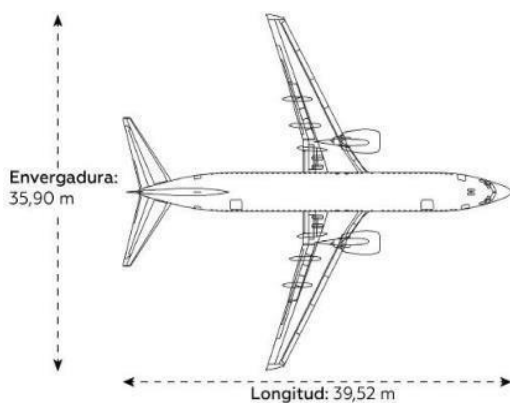


Figura 4 - Dimensiones de la aeronave



Figura 5 - Boeing 737

2.2.3 Hangar

La nave debe ser capaz de albergar el avión, y además, debe disponer de espacio suficiente para tener un bloque de oficinas de 8 m de largo en la parte posterior de la nave, es por ello que la nave va a tener unas dimensiones de 50 m de ancho y 64 m de longitud. La altura de la nave será 12 m en los laterales, llegando a los 15 m en la cumbre.

La nave tendrá un margen de 10 m respecto a cada lado de la parcela, derecho e izquierdo, mientras que respecto a la pista del aeropuerto (parte de arriba), estará a 5 m.

El bloque de oficinas se encontrará en la parte trasera de la nave respecto a la pista de aterrizaje, se situará a una altura de 6 m con unas dimensiones de 8 m de largo por 40 de amplitud. Cabe destacar que el aparcamiento estará al sur de la parcela, que es por donde el acceso de los vehículos es más seguro, tendrá unas dimensiones de 15x60 m. (Figura 6)

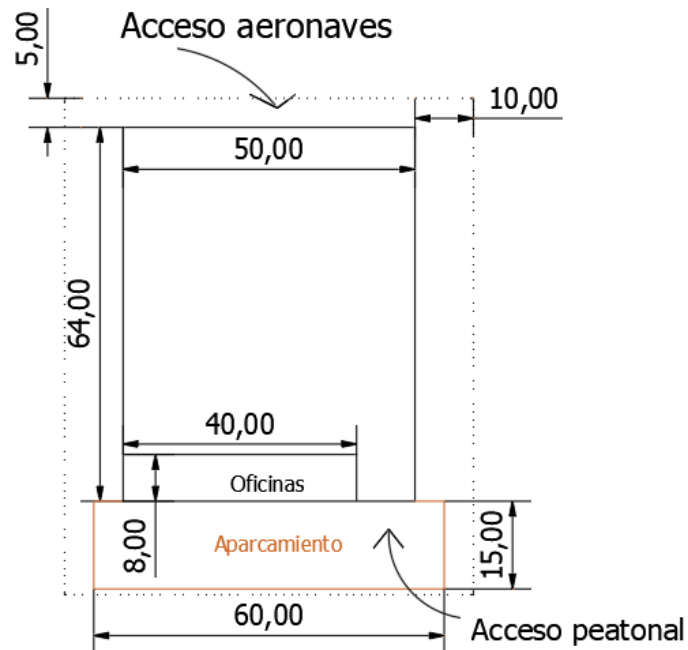


Figura 6 - Dimensiones de la nave con las oficinas y el aparcamiento

2.3 Actuaciones previas

La parcela no tiene ninguna estructura construida que derrumbar en su superficie, por lo que directamente se pasará a un acondicionamiento del terreno.

El acondicionamiento consistirá en hacer un movimiento de tierras de toda la parcela, primero haciendo un desbroce y posteriormente nivelando el terreno a una cota óptima. Después de esto se compactarán las tierras para poder soportar adecuadamente todo tipo de cargas, quedando así en condiciones para excavar hasta donde se quieran poner las zanjas de la cimentación.

3 Normativa

En este proyecto, los decretos utilizados han sido el Real Decreto 470/2021, aprobado el 29 de junio del 2021, en el que se regulan las cuestiones relativas a bases de proyecto y análisis estructural, así como a los requisitos técnicos exigibles a los materiales componentes, a la durabilidad y vida útil de las estructuras, al control y la ejecución de las estructuras, actualizando las Instrucciones EHE-08 y EAE que se derogan. El Real Decreto 314/2006, aprobado el 17 de marzo del 2006, que aprueba el Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE), ambos dentro de la normativa actual.

Dentro de estos se han usado los siguientes documentos:

-Código estructural, el cual es utilizado con el fin de verificar la seguridad estructural de todas las partes de la nave realizadas con acero y hormigón.

-Documento Básico de Seguridad Estructural de los Cimientos (CTE DB SE-C), éste se utiliza para garantizar que todos los cimientos de la obra verifican las funciones de seguridad correspondientes.

-Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE), cuyo ámbito de aplicación es verificar que el edificio cumpla lo requerido, en los aspectos de seguridad y aptitud, debido a las acciones que pueden provocar diversas cargas sobre la edificación.

Además, se ha usado la normativa urbanística correspondiente al término de Quart de Poblet, que incluye el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU), aprobado el 3 de julio del 2002, y el Plan Director del Aeropuerto de Valencia, aprobado el 29 de noviembre de 2010.

4 Requerimientos espaciales

La nave tiene unas dimensiones de 50x64 m, es decir, una superficie de 3200 m², lo que supone un 53,78% del total de la parcela (5950 m²). En cuanto al aparcamiento, éste tiene una superficie de 900 m², que corresponde a un 15,13% del total. Habrán un total de 60 plazas, de 4,75 m de largo y 2,5 de ancho.

El retranqueo respecto a los laterales de la parcela son 10 m, y hasta la pista de aterrizaje y el acceso al aparcamiento, hay una distancia de 5 y 15 m respectivamente.

Para llevar a cabo la construcción del hangar, se ha usado la normativa del PGOU correspondiente a Quart de Poblet, de la que cabe destacar varios parámetros.

En cuanto al aparcamiento, la ocupación máxima de éste será del 40% de la superficie (Artículo 6.17 apartado c). Aparcamientos de uso público o privado). Acto seguido, se dispondrá, como mínimo, una plaza de aparcamiento por cada 200 m² o fracción superior a 100 m² de superficie destinada a la actividad productiva o a almacén . (Artículo 4.88 Dotación de aparcamientos para uso industrial o almacén).

Por otra parte, en lo referido a la nave como tal en aspectos relativos a la parcela, la superficie mínima de la parcela edificable será de 200 m² . (Artículo 6. 43 Parámetros urbanísticos apartado 2.3). Además deberá tener un frente de fachada, en todos sus lados, como mínimo, de 10 m (Artículo 6.43 Parámetros urbanísticos apartado 2.4)

Siguiendo con aspectos relacionados con la nave, pero relativos al volumen y la forma, la superficie de la parcela es edificable en su totalidad (Artículo 6.43 Parámetros urbanísticos apartado 3.6). Cabe destacar, que en cuanto al retranqueo, las edificaciones se separarán 6 m de los límites de la parcela, excepto del frontal (Artículo 6.43 Parámetros urbanísticos apartado 3.2). Además, la superficie edificable máxima en la parcela será de 2 m² / m² (Artículo 6.43 Parámetros urbanísticos apartado 3.9).

En la siguiente tabla, se pueden ver las comparaciones entre estas características más importantes referidas al PGOU de Quart de Poblet respecto a las de la nave de este proyecto.

	PGOU Quart de Poblet	Nave
Ocupación máxima aparcamiento	40%	15,13%
Ocupación mínima nave	200 m ²	3200 m ²
Ocupación máxima nave	Sin límites	3200 m ²
Retranqueo mínimo (excepto el frontal)	6 m	10 m
Nº de plazas mínimas de aparcamiento	1 plaza/200 m ²	1 plaza/99,17 m ²
Edificabilidad máxima	2 m ² / m ² (11900 m ²)	0,54 m ² / m ² (3200 m ²)
Frente de fachada mínimo	10 m	50 m

Tabla 1 – Comparativa de requerimientos

5 Funcionalidad de la nave

La función principal de la nave es hacer de aparcamiento para un Boeing 737, es decir, hace la función de hangar, pero además, la nave también va a tener un forjado en la parte posterior que servirá para situar un bloque de oficinas.

La aeronave podrá entrar y salir de la nave por la parte delantera de la misma, que da salida a la pista del aeropuerto, no tendrá ningún problema de espacio ya que se ha diseñado la nave de tal forma que el pórtico de fachada frontal tenga lugar suficiente, que habrá gracias a que la fachada tendrá un espacio abierto sin ningún tipo de pilar o viga de por medio. Para cerrar este espacio cuando no haya que tenerlo abierto se dispondrá de unas puertas que serán de apertura vertical de chapa lisa.



En las oficinas se llevarán a cabo gestiones y aspectos de la propia aerolínea propietaria de la aeronave. Están situadas en la parte de atrás para que los trabajadores puedan acceder cómodamente desde el aparcamiento. En la nave también habrá maquinaria para abastecer al avión, como por ejemplo de mantenimiento y reparaciones, que se encontrarán en los laterales de la nave y se podrán desplazar por el hangar.

6 Características estructurales de la nave

6.1 Acciones

6.1.1 Cargas permanentes

Se van a utilizar unos cerramientos de tipo panel sándwich tanto en la cubierta como en los laterales, asumiendo una carga de $0,15 \text{ kN/m}^2$.

También es importante tener en cuenta el peso de los paneles solares que abastecerán a las oficinas o para cualquier tipo de uso eléctrico en la nave. Estas placas ocuparán toda la cubierta izquierda de la nave, y tendrán una carga de $0,15 \text{ kN/m}^2$. Se colocará una subestructura inferior que transporta dicha carga a los pórticos interiores.

En el altillo de oficinas se tendrá en cuenta el peso del forjado prefabricado cubierto con suelo vinílico, que tendrán una carga de $3,5 \text{ kN/m}^2$.

Por último pero no menos importante hay que tener en cuenta el peso que generan las correas. Para la cubierta se utilizarán correas tipo CF-300x3.0, con una separación de 2 m entre correas, y tendrán una carga en cubierta de $0,06 \text{ kN/m}^2$, mientras que en los laterales se dispone de un perfil IPE 200 con separación entre correas de 1,5 m, lo que causará una carga permanente de $0,08 \text{ kN/m}^2$.

6.1.2 Sobrecarga de uso

La nave se ha diseñado para una categoría de uso G1 (cubiertas accesibles únicamente con el resto de acciones variables), asumiendo para ello una sobrecarga de $0,4 \text{ kN/m}^2$. Además, el forjado que se ubica en la zona posterior de la nave, ha sido diseñado para tener una zona de oficinas, cuya categoría de uso es la B (zonas administrativas), teniendo una sobrecarga de 2 kN/m^2 .

6.1.3 Viento

La carga que produce la acción del viento sobre la nave es muy importante puesto que hay diferentes casos de viento, los cuales tienen que ser comprobados todos.

1 - V (0°) H1: Viento a 0° , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

2 - V (0°) H1: Viento a 0° , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.

3 - V (90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

4 - V (180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

5 - V (180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.

6 - V(270°)H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.

Distintos casos de viento a considerar

Siendo 0 grados el viento lateral de izquierda a derecha, 180 grados el viento lateral de derecha a izquierda, 90 grados el viento frontal, y 270 grados el viento frontal posterior.

La presión o succión estática que produce el viento perpendicularmente sobre las superficies de la nave viene dada por la ecuación:

$$q_e = q_b \cdot C_p \cdot C_e$$

En dicha ecuación q_b es la presión dinámica, la cual se ha calculado para un valor de $0,42 \text{ kN/m}^2$, ya que el emplazamiento de la nave se sitúa dentro de la zona A (provincia de Valencia), con una velocidad del viento de 26 m/s . (Figura 7)

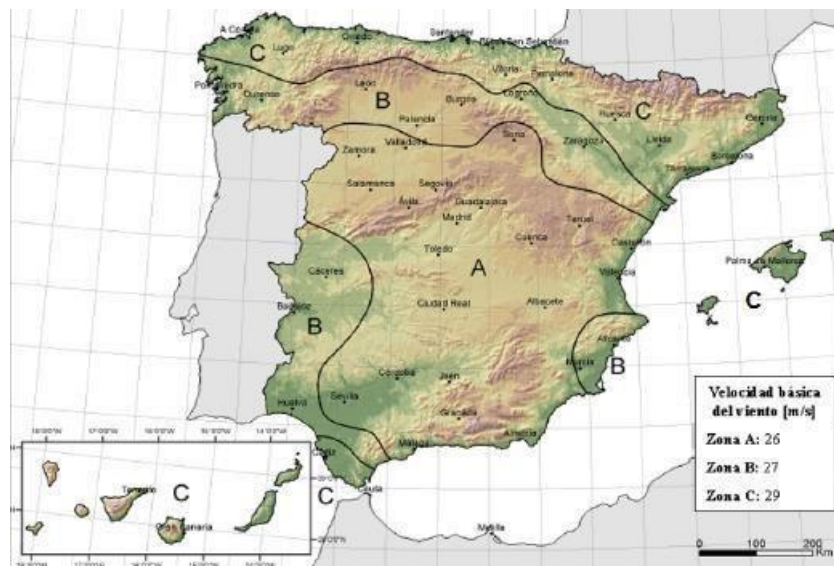


Figura 7 - Mapa de vientos en España

En cuanto a C_e , indica el coeficiente de exposición. Se ha tenido en cuenta un grado de aspereza de tipo IV (zona urbana en general, industrial o forestal) y se ha obtenido un valor de $1,27243 \text{ kN/m}^2$ considerando una altura máxima de 15 m (altura del pilar central).

Por último el parámetro C_p expresa el coeficiente eólico, cuyo valor dependerá del caso de viento que se esté estudiando de entre los seis dichos anteriormente

6.1.4 Nieve

El territorio dónde se sitúa el hangar está en una zona climática de tipo 5, y a una altitud topográfica de 40 m, además la cubierta de la nave no tendrá resaltos, cosa a destacar ya que la nieve tendrá más facilidad para deslizar.

La carga que produce la nieve por unidad de superficie se puede obtener de la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu(\alpha) \cdot s_k$$

El valor de $\mu(\alpha)$ es el coeficiente de forma de la cubierta y depende de la inclinación de la misma, en este caso al estar por debajo de 30° ($6,84^\circ$), su valor es uno, es decir, la nieve no puede deslizar, mientras que el parámetro s_k indica el valor característico de la carga de nieve, depende de la zona climática y de la altitud topográfica, en este caso vale $0,22 \text{ kN/m}^2$.

Se tienen en cuenta tres distribuciones de la nieve, debidas al transporte de la misma que puede producir el viento. Entre ellas están:

- Distribución simétrica de la nieve con $\mu(\alpha)=1$ en ambos faldones.(Figura 8)

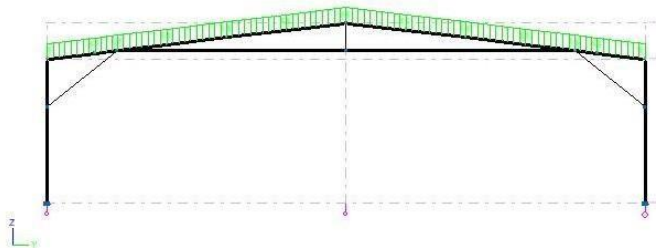


Figura 8

- Distribución asimétrica con $\mu(\alpha)=0,5$ en el faldón izquierdo y $\mu(\alpha)= 1$ en el derecho.(Figura 9)

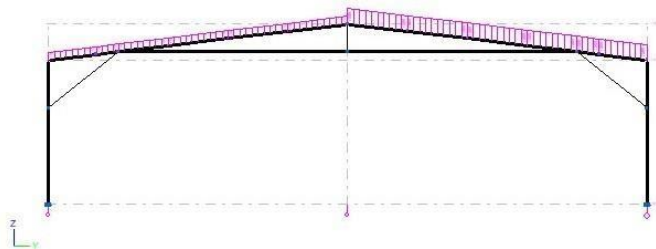


Figura 9

- Distribución asimétrica con $\mu(\alpha)=0,5$ en el faldón derecho y $\mu(\alpha)= 1$ en el izquierdo.(Figura 10)

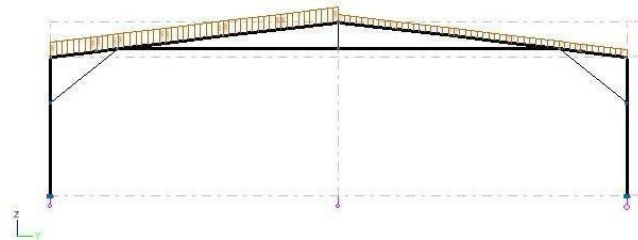


Figura 10

6.2 Elementos estructurales

6.2.1 Introducción

Esta nave industrial se divide en diferentes pórticos, los cuales tienen una estructura rígida a dos aguas y están separados por una distancia de crujía de 8m. Los pilares de dichos pórticos están empotrados en sus bases y articulados en la parte superior, donde se encuentran las jácenas apoyadas. El pórtico de fachada contiene una puerta de dimensiones 42x12 m para la entrada y salida de aeronaves, mientras que el pórtico trasero tendrá una puerta para personas.

Entre los dos últimos pórticos se situará un forjado a una altura de 6 m que servirá para colocar un altillo de oficinas.

En las siguientes imágenes se puede ver la estructura completa.

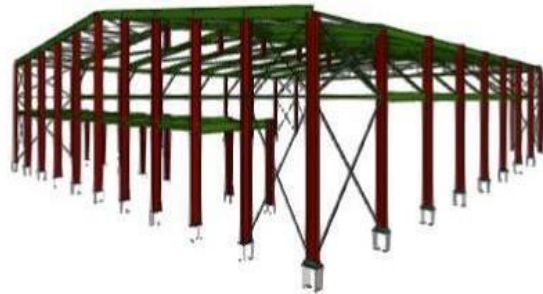


Figura 11 - Nave completa vista desde delante Figura 12 - Nave completa vista desde detrás

6.2.2 Pórtico interior

El pórtico tipo interior abarca la estructura desde el segundo pórtico hasta el penúltimo. Está constituido por pilares de 12 m tipo HE 550 B en los laterales, y por jácenas tipo IPE 500. En la cumbre, el pórtico alcanza los 15 m.

Dada la gran luz que tiene el pórtico, para darle más consistencia a la estructura, se dispondrá de unos refuerzos de alero en los laterales de tipo SHS 200x12, en los extremos interiores de los cuales apoyará una viga de perfil HE 120 B de una longitud de 38,275 m, y en cuyo interior se

colocarán tres montantes de tipo SHS 120X3.0 articulado hasta la jácena del pórtico. Estos elementos constituirán un tipo de celosía para el pórtico.

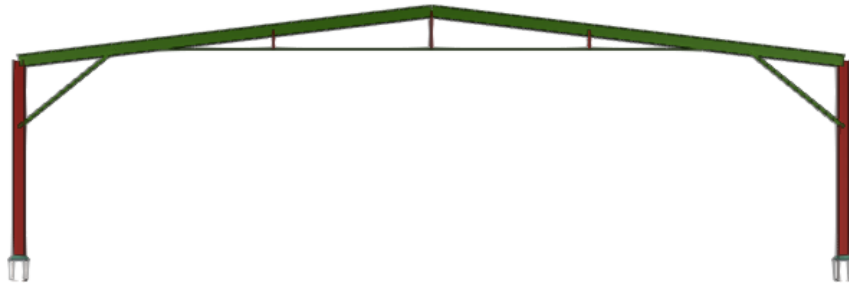


Figura 13 - Pórtico interior

6.2.3 Pórtico de fachada

El pórtico de fachada tiene una puerta de grandes dimensiones (40 m de largo por 12 m de alto) por donde pasan las aeronaves, es por ello que se ha dispuesto de dos pilares HE 700 B situados a 4 m cada uno de los pilares del pórtico. Sobre estos pilares se va apoyar una viga tipo SHS 400x16 que tendrá la longitud de la luz del pórtico, 50 m. Dicha viga hará de base para una celosía tipo Pratt que se construirá para darle más resistencia al pórtico, en la que los montantes serán perfiles HE 120 B y las diagonales SHS 200x12.

Cabe destacar que sobre las escuadras superiores que forman la puerta se han situado unos refuerzos de alero a cada lado, al igual que en el pórtico interior, de tipo SHS 200x12. Además, la jácena del pórtico de fachada es de menos peso que las interiores, en este caso IPE 200. Entre los pilares de fachada se ha colocarán unos tirantes tipo L 90x90x8.

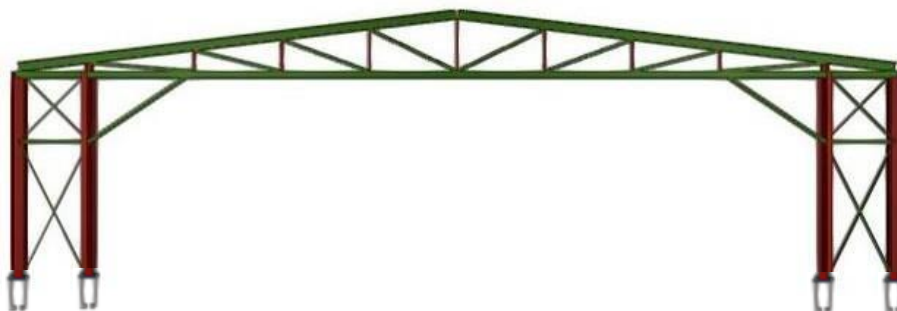


Figura 14 - Pórtico de fachada

6.2.4 Pórtico trasero

El pórtico trasero está formado por once pilares, los dos correspondientes al pórtico de tipo HE 650 B, y nueve intermedios de tipo HE 700 B, con una separación de 5 m exceptuando el primer tramo que es de 4 m y el segundo de 6 m. En la cabeza de todos ellos se encuentra apoyada la jácena, que es de tipo HE 700 B.

A una altura de 8 m se ha dispuesto de los montantes transversales, con un total de diez, una longitud de 5 m y un perfil de tipo SHS 100x4.0, todos ellos biapoyados en sus extremos a los pilares.

Además sirve como entrada peatonal y sobre la mayoría de sus pilares están empotradas las vigas del forjado para oficinas, a una altura de 6 m, como también están situadas a esa altura las vigas biarticuladas paralelas al plano del pórtico, que ocupan los ocho primeros vanos de la izquierda, correspondientes al forjado de oficinas en ese plano. Dichas vigas biarticuladas son del tipo IPE 270.

Por último se encuentran los tirantes, están distribuidos de tal forma que permitan un buen arriostramiento en los laterales de la fachada, se instalarán unos tirantes tipo L 90x90x8.

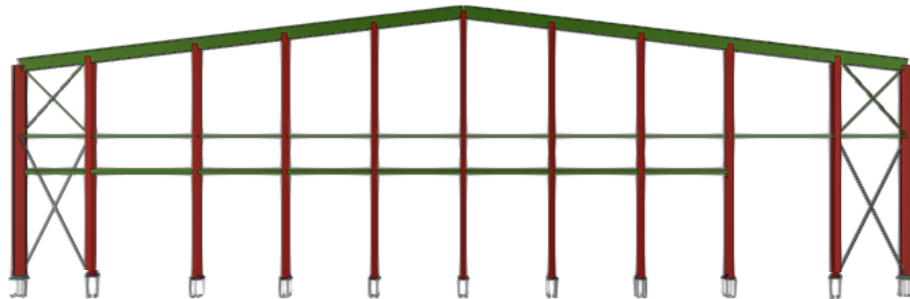


Figura 15 - Pórtico trasero visto desde atrás

6.2.5 Forjado para oficinas

Esta estructura se sitúa a una altura de 6 m, y servirá como altillo para oficinas. Tiene una superficie de 320 m², con 8 m de largo y 40 m de ancho. Al altillo se podrá acceder mediante unas escaleras metálicas situadas en el lado del forjado más cercano a la puerta peatonal del hangar.

Tanto los pilares que se colocarán a 6 m de alto en el plano del penúltimo pórtico como los pilares del pórtico trasero servirán para sostener las vigas, las cuales son de tipo HE 240 B y van empotradas contra los pilares del pórtico trasero y apoyadas en los de altura 6 m. Dichos pilares de seis metros de altura son del tipo HE 280 B.

También cabe destacar que las vigas que apoyan sus extremos en las cabezas de los pilares HE 280 B, son del tipo IPE 270, igual que las correspondientes a dicho forjado biarticuladas en los pilares del pórtico trasero ya comentado anteriormente.

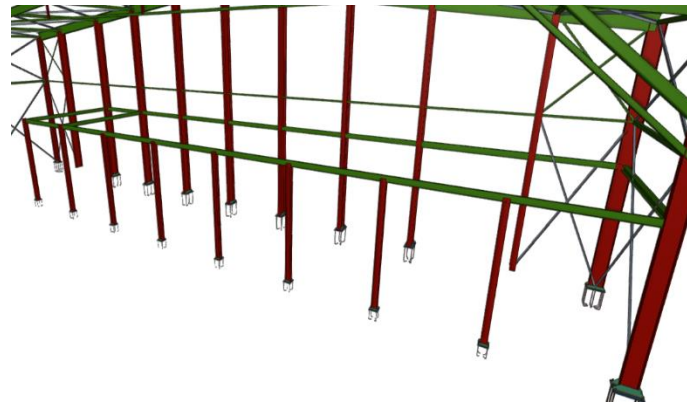


Figura 16 - Forjado para el altillo de oficinas

6.2.6 Correas

Tanto en la cubierta como en los laterales, los cerramientos de la nave van a ser tipo sándwich. Estos cerramientos transmitirán sus cargas a las correas, es por ello que se ha dispuesto de ellas en cubierta y laterales de la nave.

Para la cubierta, se dispone de 28 correas (14 en cada faldón) tipo CF-300x3.0, con una separación de 2 m entre correas y el número de vanos que ocupan es de dos, e irán atornilladas a la estructura. Mientras que para los laterales, habrá 18 correas (9 en cada lateral) y serán de tipo IPE 200, con una separación de 1,5 m y ocupan un vano, yendo soldadas a la estructura. Todas las correas están construidas con un tipo de acero S235, además se ha restringido el valor del límite de flecha a $L/300$.

En las siguientes ilustraciones se puede observar con detalle la forma de ambos tipos de correas y su distribución vista desde el pórtico frontal. (Figura 17, 18 y 19)

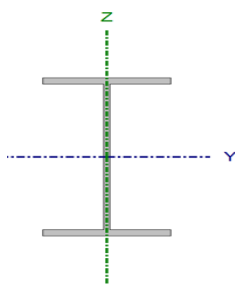


Figura 17 - Correa lateral



Figura 18 - Correa de cubierta

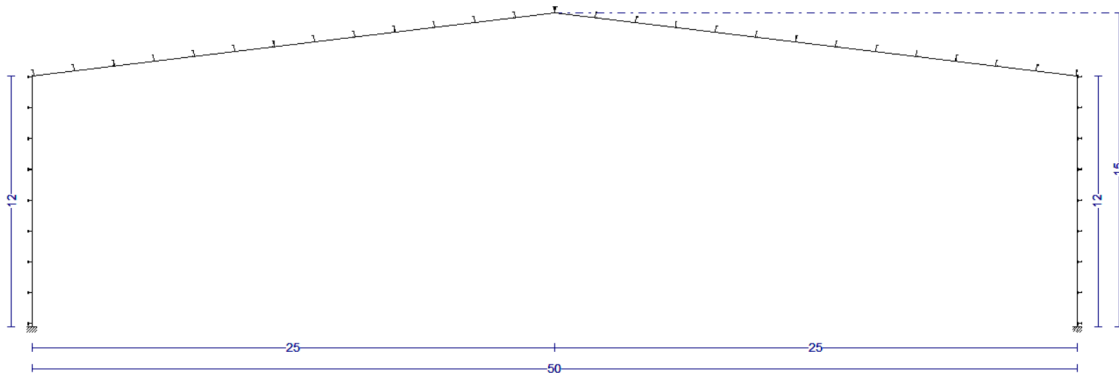


Figura 19 - Distribución de las correas

6.2.7 Cruces de San Andrés

La función de las cruces de San Andrés es garantizar un buen arriostramiento de la fachada lateral. Se dispone de esta forma ya que el viento puede tener un poder de presión o de succión. Cabe destacar que la cabeza de estas cruces sirve de apoyo para los montantes.

Se han dispuesto de perfiles en L para garantizar un buen rendimiento trabajando a tracción, en este caso perfiles L 90x90x8 para los tirantes inferiores que arriostran el recuadro inferior de dimensiones 8x8 m, y perfiles L 110x110x12 para los tirantes del recuadro superior de dimensiones 8x4 m.

En la imagen siguiente se pueden apreciar las cruces de San Andrés dispuestas sobre la fachada lateral. (Figura 20)



Figura 20 - Lateral de la nave

6.2.8 Viga perimetral

La viga perimetral se extiende apoyada en la cabeza de los pilares de los pórticos interiores de la nave y le aporta estabilidad a la misma. Los perfiles a utilizar serán IPE 180 y estará compuesta por dos niveles, a 8 y 12 m de altura respectivamente.

En la *figura 20* se puede apreciar en color verde la viga perimetral.

6.2.9 Viga contraviento

A la viga contraviento no le afectan las acciones gravitatorias ya que pasan a las correas, después a la jácena, al pilar y por último a la cimentación, no obstante, como en este caso la longitud de las barras que forman el sistema contraviento de arriostramiento en cubierta es mayor a seis metros, se tendrá en cuenta el peso propio de estos elementos ya que pueden generar momentos flectores importantes. El CYPE 3D introduce automáticamente el valor del peso de dichas barras.

Podemos dividir la viga contraviento en dos partes, los montantes, que trabajan a compresión, y las diagonales, que lo hacen a tracción sin riesgo de pandear. En este caso la configuración de las barras será de tipo Pratt y se colocarán en el primer y en el último vano.

Los perfiles utilizados son de tipo L 110x110x12 para las diagonales, SHS 200x8 para los montantes interiores y SHS 180x12 para los de los extremos.

En la siguiente imagen se puede apreciar la cubierta, y en sus vanos extremos y en los laterales, el sistema contraviento de cubierta. (*Figura 21*)

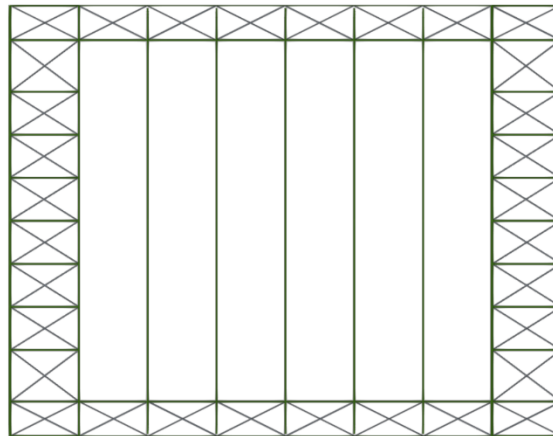


Figura 21 - Cubierta

6.2.10 Uniones

En cuanto a las uniones más importantes, dejando aparte las placas de anclaje, que se verán en el siguiente punto, cabe destacar que irán soldadas en obra.

En el caso de la unión de la cabeza de los pilares de los pórticos con la jácena y la viga perimetral, el pilar tendrá un recorte en el extremo según la viga de jácena. A dicha viga la soldadura del alma se ejecutará con un espesor de garganta de 5 mm, y la soldadura de las alas con un espesor de 8 mm. Además, las vigas perimetrales tendrán una soldadura del alma con espesor de garganta de 3 mm. En la siguiente imagen se puede apreciar que el cordón de soldadura del pilar

con la viga HE 700 B (empotramiento), mucho más largo (429 mm frente a 95 mm) que para las vigas IPE 180 (articulación).

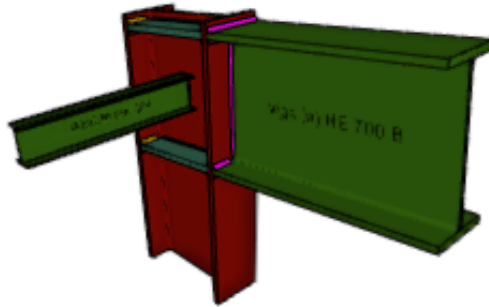


Figura 22 - Unión cabeza del pilar del pórtico

Otra unión importante a destacar es la de los pilares interiores del pórtico trasero con las vigas del forjado. En esta, el pilar no tiene ningún tipo de recorte puesto que la unión no se efectúa en la cabeza del mismo, sino a una altura de 6 m. Por otro lado, la viga de tipo HE 240 B que se empotra al pilar, se ejecutará con una soldadura del alma de 8 mm de garganta y 134 mm de longitud, y una soldadura de las alas con 16 mm de espesor. Por último, las vigas IPE 270 biapoyadas, se ejecutarán con un espesor de 4 mm y una longitud de 165 mm para la soldadura del alma.

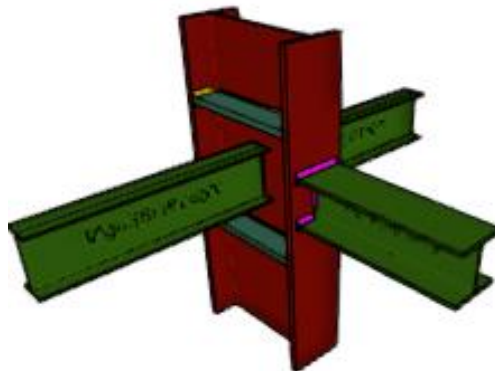


Figura 23 - Unión de pilares traseros con el forjado

6.2.11 Placas de anclaje

Las placas de anclaje son el componente fundamental que sirve para unir los pilares a los elementos de cimentación. Su función básica es transmitir esfuerzos entre ambos elementos.

En el hangar a construir se van a utilizar placas de pernos roscados, los pilares se soldarán a dichas placas y en la mayoría de ellas se utilizarán cartelas de rigidez, que ayudan a que la placa aguante mejor a flexión.

Para la base de los pilares de todos los pórticos y los pilares interiores del pórtico de fachada, se van a utilizar placas con un espesor de 35 mm y unas dimensiones de 700x950 mm. Además se pondrán dos cartelas con un espesor de 12 mm y una altura de 55 mm, llegando a ser de 250 mm en la zona de contacto con el perfil del pilar. Los pernos utilizados serán de 40 mm de diámetro con una longitud de 75 cm, un total de seis, tres en cada lateral. El final de dichos pernos se anclará a la cimentación con patillas a 90 grados, todas mirando hacia el centro.

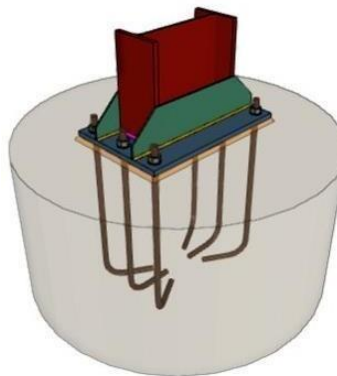


Figura 24 - Placa de anclaje para los pilares de los pórticos

Por otro lado, para los pilares del forjado para oficinas, tanto los de seis metros de altura como para todos los pilares interiores del pórtico trasero, se van a emplear placas con un espesor de 18 y 35 mm, un ancho de 450 y 600 mm, y una longitud de 450 mm y 1000 mm respectivamente, ya que los pilares de seis metros de altura son HE 280 B con respecto los de tipo HE 700 B del pórtico trasero. En este caso no va a ser necesario el empleo de cartelas y solo se utilizarán cuatro pernos, uno en cada esquina, con un diámetro de 40 mm y una longitud de 70 cm para los pilares HE 700 B, y con un diámetro de 20 mm y una longitud de 35 cm para los HE 280 B. El final de los pernos también tendrá forma de patilla a 90 grados mirando hacia el centro.

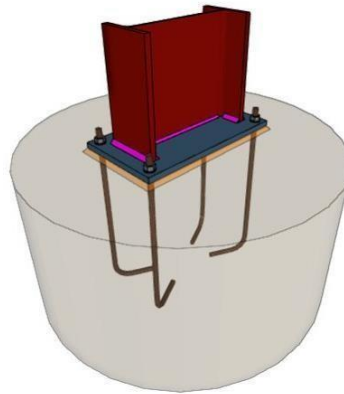


Figura 25 - Placa de anclaje para pilares del forjado y pilares traseros

6.2.12 Cimentaciones

Las zapatas utilizadas para los pilares de los pórticos interiores son rectangulares con unas dimensiones de 315x460 cm y 95 cm de canto. Además de la parrilla inferior, también se ha dispuesto otra superior, siendo ambos armados de 16 mm de diámetro, con una separación de 10 cm en todas las direcciones entre barra y barra.

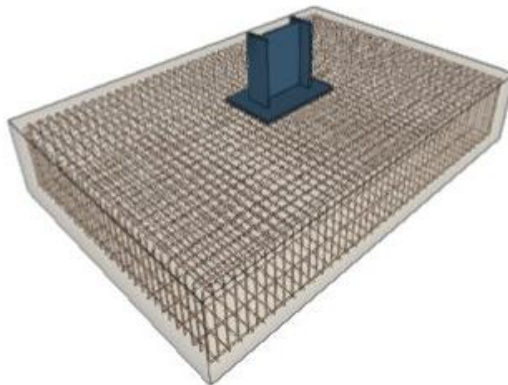


Figura 26 - Zapata rectangular

Por otro lado, para los pilares del forjado se emplean zapatas cuadradas de 200 cm de lado con un canto de 80 cm. Estas tendrán un armado con parrilla solo inferior, con barras de 16 cm de diámetro situadas cada 23 cm. Los pilares de los pórticos extremos también tendrán zapatas cuadradas, en el caso del pórtico de fachada, las dimensiones de la zapata son 250 cm de lado y 50 cm de canto, con un armado de parrilla inferior con barras de 12 cm situadas cada 19 cm. En el caso del pórtico trasero, las dimensiones de las zapatas de los pilares exteriores son 170 cm de lado y 95 de canto, con un armado tanto inferior como superior con barras de 16 cm de diámetro cada 21 cm. Por último quedarían dimensionar el pilar interior del pórtico trasero que no forma parte del forjado y los pilares interiores del pórtico de fachada, que también tienen zapatas cuadradas de 340 cm de lado y 80 cm de canto, con armado de parrilla inferior y superior con barras de 16 cm de diámetro cada 24 cm.

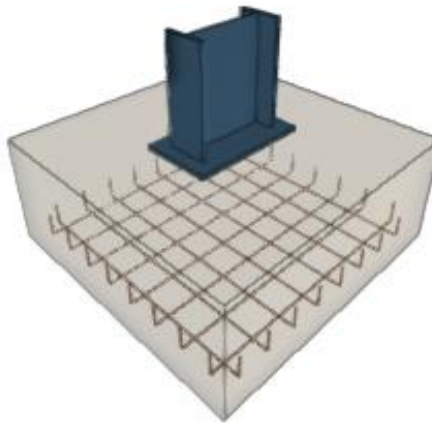


Figura 27 - Zapata cuadrada

6.3 Otros elementos

6.3.1 Placas solares

El hangar se abastecerá de energía con sus propias placas solares, que se situarán en la cubierta izquierda. Se instalarán 100 placas solares que aportarán un total de 25 kW.



Figura 28 - Instalación fotovoltaica en la cubierta

En la instalación se tendrá en cuenta el montaje de los soportes de las placas, la fijación de dichos soportes y de las placas a la cubierta, y la conexión de sistema con el inversor, y este al cuadro eléctrico. Cabe destacar que no se instalarán baterías para almacenar la energía sobrante producida durante el día, es decir, esta energía se venderá a la red y por las noches se consumirá electricidad de las compañías eléctricas.

6.3.2 Evacuación de aguas

Para evacuar las aguas residuales y fluviales se hará uso de canalones situados en el extremo de la cubierta que tendrán un ancho de 30 cm y recorrerán la periferia de la nave, instalándose mediante tornillos.



Figura 29 -Evacuación de aguas

6.3.3 Pavimentos

En el interior del hangar se depositará un pavimento de base de mortero ligero de 35 mm de espesor encima del cual habrá un revestimiento de 3 mm, mientras que para el aparcamiento habrá un pavimento de hormigón impreso con juntas de 10 cm de espesor.

6.3.4 Cerramientos

Los cerramientos que se utilizarán para la cubierta y los laterales del hangar son de tipo sándwich fabricados con aluminio y poliuretano con sistema de fijación oculta mediante tornillos autorroscantes, y provocan una carga de $0,15 \text{ kN/m}^2$ como ya se ha dicho con anterioridad. Estos tendrán un espesor de 50 mm, un ancho de 1 m y una longitud de 6,25 m en las fachadas y 6,4 m en los laterales, cortando su longitud en zonas en las que sea necesario, como por ejemplo en fachada delantera, y se fijarán a las correas y se dispondrán de forma que no queden juntas entre ellos para no dejar pasar polvo, agua u otras sustancias que den lugar a suciedad o humedad.

Entre las principales ventajas de los paneles tipo sándwich para cerramientos destacan su aislamiento térmico y acústico, su resistencia y durabilidad, y su fácil montaje y mantenimiento.



Figura 30 -Panel tipo sándwich

Para cerrar la puerta por donde entran y salen las aeronaves se tendrá una puerta enrollable de aluminio extrusionado plastificado con PVC, de apertura vertical. Dicha puerta tiene la ventaja de tener una apertura muy rápida.



Figura 30 - Cerramiento vertical tipo lona

6.4 Materiales empleados

6.4.1 Hormigón

El tipo de hormigón que se ha usado para la cimentación es HA-25/F/20/XC2, mientras que el hormigón de limpieza utilizado es el HL-150/F/20.

6.4.2 Acero

Para las barras se ha utilizado acero laminado S275, cuyas características se muestran en la siguiente tabla. (Figura 31)

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

Figura 31 - Propiedades acero S275

Para las correas se ha empleado acero conformado S235, teniendo un límite elástico de 235 MPa y un módulo de elasticidad de 210 GPa.

Además, se ha hecho uso de acero corrugado B 500 S, para zapatas, encepados y vegas centradoras y de atado.

7 Presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 Cimentaciones	
1.1 Regularización .	4.043,35
1.2 Superficiales .	43.730,58
1.3 Arriostramientos .	6.689,14
Total 1 Cimentaciones	54.463,07
2 Estructuras	
2.1 Acero .	690.866,36
2.2 Hormigón armado .	25.033,60
Total 2 Estructuras	715.899,96
3 Fachadas y particiones	
3.1 Fachadas ligeras .	432.882,74
Total 3 Fachadas y particiones	432.882,74
4 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	
4.1 Puertas de garaje .	2.430,89
4.2 Puerta peatonal .	549,97
Total 4 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	2.980,86
5 Acondicionamiento del terreno	
5.1 Movimiento de tierras en edificación .	14.728,14
Total 5 Acondicionamiento del terreno	14.728,14
6 Revestimientos y trasdosados	
6.1 Pavimentos interiores .	234.304,00
Total 6 Revestimientos y trasdosados	234.304,00
7 Urbanización interior de la parcela	
7.1 Pavimentos exteriores .	21.447,00
Total 7 Urbanización interior de la parcela	21.447,00
8 Señalización y equipamiento	
8.1 Escaleras prefabricadas .	1.135,26
Total 8 Señalización y equipamiento	1.135,26
9 Instalaciones	
9.1 Eléctricas .	26.842,00

9.2 Evacuación de aguas .	1.973,28
Total 9 Instalaciones	28.815,28
10 Gestión de residuos	
10.1 Gestión de tierras .	1.330,07
10.2 Gestión de residuos vegetales .	7.122,15
Total 10 Gestión de residuos	8.452,22
Presupuesto de ejecución material (PEM)	1.515.108,53
13% de gastos generales	196.964,11
6% de beneficio industrial	90.906,51
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	1.802.979,15
21% IVA	378.625,62
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	2.181.604,77

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de DOS MILLONES CIENTO OCHENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

A continuación se muestra un gráfico de tipo pastel en el que se puede observar la influencia de cada capítulo dentro del presupuesto de ejecución por contrata.

Distribución de los capítulos

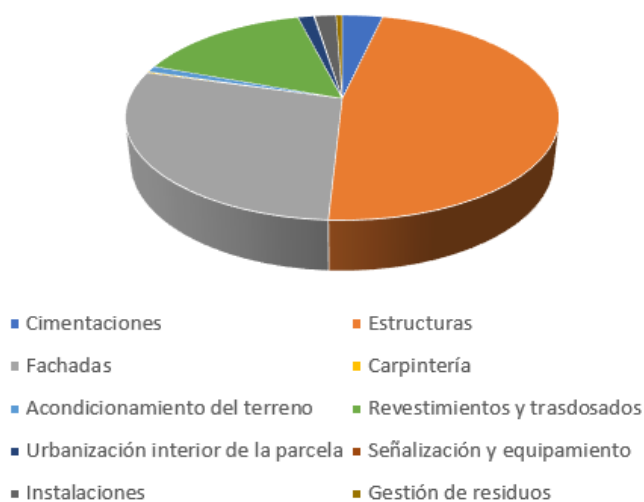


Figura 32 – Distribución presupuesto

8 Bibliografía

- Apuntes de la asignatura de construcción, unidad docente de construcciones industriales (U.D.CAI).
- Apuntes de la asignatura CAD básico en ingeniería de la construcción (curso básico CYPE 3D, Héctor Saura Arnau).
- Apuntes de la asignatura de proyectos, departamento de proyectos de ingeniería (DPI).
- Información sobre cubiertas y fachadas.
<https://www.cubiertas2h.com/>
- Información sobre las características de un Boeing 737.
<https://www.istockphoto.com/es/searcSSh/2/image?phrase=boeing+737>
https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_737_Classic
- Información sobre la instalación y las propiedades de placas solares.
<https://albedosolar.com/project/instalacion-fotovoltaica-de-25-kw-en-nave-industrial/>
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/06/29/470>
- Documento Básico de Seguridad Estructural de los Cimientos (CTE DB SE-C).
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>
- Documento Básico de Seguridad Estructural de las Acciones en la Edificación (CTE DB SE AE).
<https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>
- Plan General de Ordenación Urbana de Quart de Poblet (PGOU).
http://www.quartdepoblet.org/portal/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/0_370_1.pdf
- Plan Director del Aeropuerto de Valencia.
<https://www.mitma.gob.es/areas-de-actividad/aviacion-civil/politicas-aeroportuarias/integracion-territorial-aeroportuaria/planes-directores/plan-director-del-aeropuerto-d-e-valencia>



2. Anexo de cálculo

Índice del anexo de cálculo

1.	Introducción.....	36
1.	Materiales.....	36
1.1.	Acero barras.....	36
1.2.	Acero correas.....	38
1.3.	Hormigón y acero para cimentación.....	38
2.	Comprobación de los elementos estructurales.....	39
2.1.	Correas de cubierta.....	39
2.1.1.	Comprobación de resistencia.....	39
2.1.2.	Comprobación de flecha.....	42
2.2.	Correas laterales.....	42
2.2.1.	Comprobación de resistencia.....	42
2.2.2.	Comprobación de flecha.....	47
2.3.	Pórtico interior.....	47
2.3.1.	Perfiles.....	47
2.3.2.	Esfuerzos.....	48
2.3.3.	Envolventes.....	48
2.3.4.	Resistencia.....	48
2.3.5.	Flechas.....	49
2.3.6.	Comprobaciones E.L.U.....	49
2.4.	Pórtico de fachada.....	50
2.4.1.	Perfiles.....	50
2.4.2.	Esfuerzos.....	51
2.4.3.	Envolventes.....	51
2.4.4.	Resistencia.....	51
2.4.5.	Flechas.....	53
2.4.6.	Comprobaciones E.L.U.....	54
3.5.	Pórtico trasero.....	55
3.5.1.	Perfiles.....	55
3.5.2.	Esfuerzos.....	55
3.5.3.	Envolventes.....	56
3.5.4.	Resistencia.....	56



3.5.5.	Flechas.....	57
3.5.6.	Comprobaciones E.L.U.	57
3.6.	Placas de anclaje.....	57
3.6.1.	Comprobaciones en placas de anclaje	58
3.6.2.	Memoria de cálculo.....	59
3.7.	Cubierta.....	61
3.7.1.	Perfiles.....	62
3.7.2.	Esfuerzos	62
3.7.3.	Resistencia.....	62
3.7.4.	Flechas.....	63
3.7.5.	Comprobaciones E.L.U.	63
3.8.	Fachada lateral	64
3.8.1.	Perfiles.....	64
3.8.2.	Esfuerzos	64
3.8.3.	Resistencia.....	65
3.8.4.	Flechas.....	65
3.8.5.	Comprobaciones E.L.U.	65
3.9.	Forjado altillo.....	66
3.9.1.	Perfiles.....	66
3.9.2.	Esfuerzos	66
3.9.3.	Resistencia.....	67
3.9.4.	Flechas.....	67
3.9.5.	Comprobaciones E.L.U.	68
3.10.	Cimentaciones	68
3.10.1.	Referencias	68
3.10.2.	Comprobación	69

1. Introducción

A continuación se muestra el listado de características más importantes de los distintos elementos de la Nave que servirá como hangar para el Boeing 737, proyecto de este TFG.

En concreto se detalla el tipo de perfil empleado para cada parte del hangar, y su cumplimiento bajo esfuerzos y situaciones pésimas de resistencia y flechas, además de las comprobaciones de estado límite último.

Los elementos a estudiar serán las correas (tanto las de cubierta como las laterales), los pórticos interiores, el de fachada y el posterior, las placas de anclaje, la cubierta, la fachada lateral, el forjado de oficinas y las cimentaciones.

Por último, cabe destacar que para dicho cálculo se ha empleado el programa Cype 3D como ya se ha comentado con anterioridad.

1. Materiales

1.1. Acero barras

El tipo de acero utilizado para las barras estructurales es el S275, el cual tiene las siguientes características.

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

Las características mecánicas del S275 en función del perfil aplicado se pueden ver a continuación.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _y (cm ²)	A _z (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 650 B, (HEB)	286.30	139.50	84.67	210600.00	13980.00	749.22
		2	HE 550 B, (HEB)	254.10	130.50	66.42	136700.00	13080.00	610.17
		3	IPE 500, (IPE)	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10
		4	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
		5	HE 700 B, (HEB)	306.40	144.00	97.31	256900.00	14440.00	838.82



Características mecánicas									
Tipo	Material Designación	Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
		6	SHS 180x12.0, (Cold Formed SHS)	74.31	33.60	33.60	3292.38	3292.38	5837.00
		7	SHS 200x8.0, (Cold Formed SHS)	59.19	25.60	25.60	3555.37	3555.37	5810.57
		8	L 110 x 110 x 12, (L)	25.10	11.76	11.76	279.10	279.10	11.98
		9	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		10	IPE 180, (IPE)	23.90	10.92	7.82	1317.00	101.00	4.73
		11	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	146.09
		12	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		13	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.06
		14	HE 240 B, (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	103.88
		15	SHS 200x12.0, (Cold Formed SHS)	83.91	37.60	37.60	4695.30	4695.30	8199.93
		16	HE 120 B, (HEB)	34.00	19.80	5.73	864.40	317.50	13.93
		17	SHS 120x3.0, (Cold Formed SHS)	13.80	5.85	5.85	311.98	311.98	487.70
		18	SHS 200x10.0, (Cold Formed SHS)	72.49	31.67	31.67	4232.05	4232.05	7060.86
		19	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
		20	SHS 400x16.0, (Cold Formed SHS)	234.51	102.40	102.40	55948.91	55948.91	93167.52
		21	SHS 100x4.0, (Cold Formed SHS)	14.94	6.40	6.40	225.78	225.78	361.82

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Además, también se muestran las cantidades empleadas de cada perfil.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
		HEB	HE 650 B	72.000			2.061			16181.68		
			HE 550 B	144.000			3.659			28723.46		
			HE 700 B	247.477			7.583			59524.26		
			HE 280 B	48.960			0.643			5050.18		
			HE 240 B	24.000			0.254			1997.04		
			HE 120 B	281.726			0.958			7519.28		
						818.164			15.159		118995.89	
		IPE	IPE 500	302.152			3.490			27395.39		
			IPE 200	50.359			0.144			1126.65		
	S275		IPE 180	192.000			0.459			3602.21		

Resumen de medición															
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso					
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)			
Acero laminado		Cold Formed SHS	IPE 270	74.000	632.511		0.340	4.501		2666.33	35330.98				
			IPE 330	6.000			0.038			294.85					
			IPE 240	8.000			0.031			245.55					
			SHS 180x12.0	64.000			0.476			3733.56					
			SHS 200x8.0	240.000			1.421			11151.57					
			SHS 200x12.0	156.173			1.311			10287.58					
			SHS 120x3.0	32.151			0.044			348.36					
			SHS 200x10.0	7.516			0.054			427.67					
			SHS 400x16.0	50.000			1.173			9204.69					
			SHS 100x4.0	50.000			0.075			586.33					
			L 110 x 110 x 12	665.263			599.841						1.670	13108.01	
			L 90 x 90 x 8	208.017											
							L						873.280	1.959	
					2923.795		26.171				205444.41				

1.2. Acero correas

El acero empleado para estos perfiles es el S235, tanto laminado como corrugado.

Tipo acero	Acero Lim. elástico	Módulo de elasticidad
	MPa	GPa
Acero conformado	S235	235
Acero laminado	S235	235

1.3. Hormigón y acero para cimentación

Para los elementos de la cimentación se ha utilizado hormigón armado HA-25, acero tipo B 500 S y hormigón de limpieza. Las referencias y cantidades se muestran a continuación.

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: N8	23.14	23.58	46.72	2.35	0.26
Referencias: N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6		13x958.52	12460.76	13x13.04	13x1.45
Referencias: N3 y N1		2x208.66	417.32	2x2.60	2x0.29
Referencias: N50, N49, N48, N47, N46, N51, N52, N53, N77, N76, N75, N74, N78, N79, N80 y N81		16x59.44	951.04	16x3.20	16x0.40
Referencias: N54, N138 y N140		3x660.29	1980.87	3x9.25	3x1.16
Referencias: N41 y N43	2x66.79		133.58	2x3.13	2x0.63

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Totales	156.72	15833.57	15990.29	262.28	30.79


2. Comprobación de los elementos estructurales

2.1. Correas de cubierta

Datos de correas de cubierta			
Descripción de correas		Parámetros de cálculo	
Tipo de perfil: CF-300x3.0		Límite flecha: L / 300	
Separación: 2.00 m		Número de vanos: Dos vanos	
Tipo de Acero: S235		Tipo de fijación: Fijación rígida	
Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	28	323.17	0.06

2.1.1. Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento del 93 %.

Perfil: CF-300x3.0 Material: S235									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
		0.993, 56.000, 12.119	0.993, 48.000, 12.119	8.000	14.70	1885.21	115.42	0.44	-19.64
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme ⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			
	b	0.00	1.00	0.00		0.00			
	L _k	0.000	8.000	0.000		0.000			
	C ₁	-		1.000					
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	λ	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _t M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _y NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m h = 93.0	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m h = 16.3	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 93.0



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	b / t	l	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _t M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _y NM _y M _z V _y V _z		
<p>Notación:</p> <p>b / t: Relación anchura / espesor</p> <p>l: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión. Eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión. Eje Z</p> <p>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión</p> <p>N_tM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión</p> <p>M_yNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>															

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

Se debe satisfacer:

$$h / t : \underline{96.0} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{22.7} \quad \checkmark$$

$$c / t : \underline{6.3} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$c / b : \underline{0.279}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{288.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{68.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{19.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

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

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

Se debe satisfacer:



$$h : \underline{0.930} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.993, 56.000, 12.119, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$$M_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{y,Ed}^+ : \underline{25.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$M_{y,Ed} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{y,Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{27.28} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_{eff} : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{eff} : \underline{121.89} \text{ cm}^3$$

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.163} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.993, 56.000, 12.119, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{13.66} \text{ kN}$$

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

$$V_{b,Rd} : \underline{83.53} \text{ kN}$$



Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>294.36</u> mm
t : Espesor.	t : <u>3.00</u> mm
f : Ángulo que forma el alma con la horizontal.	f : <u>90.0</u> grados
f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.	f_{bv} : <u>99.32</u> MPa

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.	λ_w : <u>1.14</u>
---	---------------------------

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_{yb} : <u>235.00</u> MPa
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000.00</u> MPa
g_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	g_{M0} : <u>1.05</u>

2.1.2. Comprobación de flecha

El perfil utilizado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento de 57,58%. Además, el aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(0^\circ)$ H1 a una distancia 4.000 m del origen en el segundo vano de la correa.
($I_y = 1885 \text{ cm}^4$) ($I_z = 115 \text{ cm}^4$)

2.2. Correas laterales

Datos de correas laterales			
Descripción de correas	Parámetros de cálculo		
Tipo de perfil: IPE 200	Límite flecha: $L / 300$		
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Un vano		
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida		
Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas laterales	18	402.70	0.08

2.2.1. Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento del 86,5%.

Perfil: IPE 200
Material: S235

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

Perfil: IPE 200
Material: S235

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.000, 64.000, 0.750	0.000, 56.000, 0.750	8.000	28.50	1943.00	142.00	6.92
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	8.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.333 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 4 m $\eta = 36.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 1.333 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁹⁾	CUMPLE $\eta = 86.5$
Notación: $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: Resistencia a tracción N _t : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z V _y : Resistencia a corte Y M _y V _z : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M _z V _y : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM _y M _z : Resistencia a flexión y axil combinados NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M _t : Resistencia a torsión M _y V _z : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M _z V _y : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (6) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (10) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Se debe satisfacer:

32.68 £ 294.36 ✓



Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>183.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>10.25</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>8.50</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>235.00</u> MPa
Siendo:	

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

Se debe satisfacer:

$$h : \underline{0.865} \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.000 m del nudo 0.000, 64.000, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

$$M_{Ed}^- : \underline{18.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} : \underline{49.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo} \quad \text{Clase : } \underline{1}$$

de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$W_{pl,y}: \text{Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.} \quad W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{223.81} \text{ MPa}$$



Siendo:

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

f_y : 235.00 MPa

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

g_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

h : 0.051 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 64.000, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ)$ H1.

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

V_{Ed} : 9.23 kN

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

$V_{c,Rd}$: 181.11 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

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

A : 28.50 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_f : Espesor del ala.

t_f : 8.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 223.81 MPa

Siendo:

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

f_y : 235.00 MPa

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

g_{M0} : 1.05

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

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

$$28.39 < 70.00 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{28.39}$$

$I_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$I_{m\acute{a}x} : \underline{70.00}$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{1.00}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

$$f_y : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

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

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

$$6.09 \text{ kN} \leq 90.55 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.333 m del nudo 0.000, 64.000, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(90^\circ) H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{6.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{181.11} \text{ kN}$$

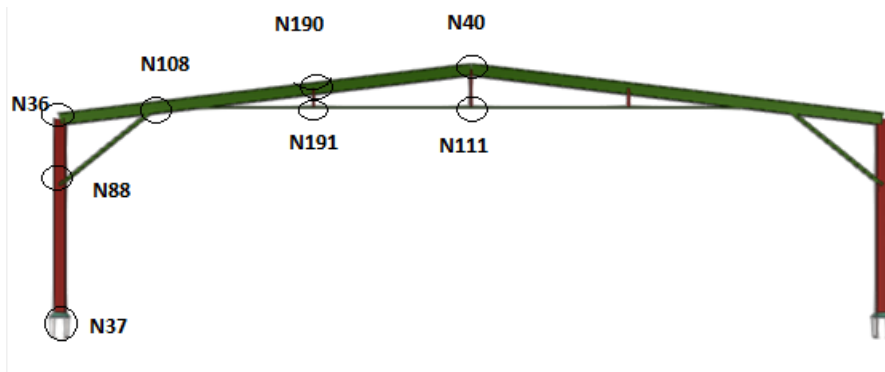
2.2.2. Comprobación de flecha

El perfil utilizado cumple todas las comprobaciones con un aprovechamiento del 73,33%. El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$ H1 a una distancia 4.000 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 1943 \text{ cm}^4$) ($I_z = 142 \text{ cm}^4$)

2.3. Pórtico interior

En la nave hay 6 pórticos con esta tipología, pues nos centraremos solo en uno de ellos, el que va referenciado en la rejilla con la letra B, y además como dicho pórtico es simétrico a ambos lados con respecto a la cumbrera, por ello nos centraremos en la parte izquierda.



2.3.1. Perfiles

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 550 B, (HEB)	254.10	130.50	66.42	136700.00	13080.00	610.17
		2	IPE 500, (IPE)	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10
		3	SHS 200x12.0, (Cold Formed SHS)	83.91	37.60	37.60	4695.30	4695.30	8199.93
		4	HE 120 B, (HEB)	34.00	19.80	5.73	864.40	317.50	13.93
		5	SHS 120x3.0, (Cold Formed SHS)	13.80	5.85	5.85	311.98	311.98	487.70

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N36/N37
2	N37/N40
3	N88/N108
4	N108/N111
5	N111/N140

2.3.2. Esfuerzos

La memoria de cálculo del CYPE 3D tiene un lista enorme con los esfuerzos de todas las barras para cada una de las combinaciones. A continuación se muestra los esfuerzos que soporta el primer tramo del pilar para la hipótesis de peso propio.

Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	1.000 m	2.000 m	3.000 m	4.000 m	5.000 m	6.000 m	7.000 m	8.000 m	
N36/N96	Peso propio	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Vy	165.098	160.523	155.948	151.372	146.797	142.222	137.647	133.071	128.496	
		Vz	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290	0.290
		Mt	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557	-95.557
		My	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
		Mz	-381.87	-286.32	-190.76	-95.20	0.35	95.91	191.47	287.02	382.58	
			1.77	1.48	1.19	0.90	0.61	0.32	0.04	-0.25	-0.54	

N: Esfuerzo axial (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

2.3.3. Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N36	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	-	-57.251	10.318	-	-2.55	-0.03
		Valor máximo de la envoltente	20.048	218.105	346.117	851.54	1.94	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	-	-5.801	66.624	-	-2.42	-0.02
		Valor máximo de la envoltente	18.522	183.976	296.002	717.95	0.97	0.00

2.3.4. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N36/N96	52.92	8.000	-316.407	0.346	-218.105	0.03	893.30	-0.69	G	Cumple
N96/N37	49.21	0.000	52.338	-0.107	252.358	0.03	892.33	-0.69	G	Cumple
N37/N157	12.31	4.029	226.122	-0.706	94.464	-0.25	-181.11	2.90	G	Cumple
N157/N117	21.66	1.876	227.185	0.501	116.855	-0.25	-382.44	1.96	G	Cumple
N117/N158	65.02	0.000	-882.854	0.501	-118.850	-0.25	-364.66	1.96	G	Cumple
N158/N159	60.82	5.036	-871.988	-0.148	-23.045	-0.25	287.23	0.62	G	Cumple
N159/N160	61.79	1.888	-872.822	-0.042	-1.627	-0.25	308.40	0.70	G	Cumple
N160/N40	59.65	0.000	-869.034	0.583	32.460	-0.25	263.26	0.83	G	Cumple
N96/N117	63.85	3.635	-603.167	0.000	0.000	0.00	3.52	0.00	G	Cumple
N117/N120	40.78	19.138	603.586	0.000	7.747	0.00	-18.96	0.00	G	Cumple

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

2.3.5. Flechas

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N36/N37	7.500	0.20	8.000	9.90	7.500	0.34	8.000	18.01
	2.000	L(>1000)	8.000	L(>1000)	2.000	L(>1000)	8.000	L(>1000)
N37/N40	11.947	1.74	15.724	9.71	12.262	3.23	15.724	18.28
	11.947	L(>1000)	15.724	L(>1000)	11.947	L(>1000)	15.724	L(>1000)
N96/N117	5.229	0.00	3.218	1.15	4.023	0.00	3.218	1.15
	-	L(>1000)	3.218	L(>1000)	-	L(>1000)	3.218	L(>1000)
N117/N119	14.175	0.00	23.287	36.23	14.175	0.00	22.274	51.16
	-	L(>1000)	23.287	L/894.1	-	L(>1000)	23.287	L/895.0

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

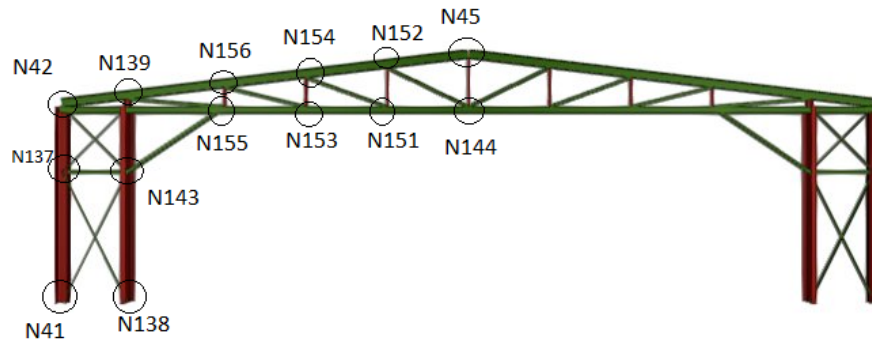
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

2.3.6. Comprobaciones E.L.U

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM-M_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_t V_y$	
N36/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 7.7$	x: 8 m $\eta = 48.4$	x: 0 m $\eta = 0.7$	$\eta = 12.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 52.9$	$\eta = 0.1$	$\eta = 12.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 52.9$
N96/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 3.646 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 48.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 14.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.2$	$\eta = 0.1$	$\eta = 14.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 49.2$
N37/N157	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 4.029 m $\eta = 2.9$	x: 0.328 m $\eta = 3.8$	x: 4.029 m $\eta = 8.6$	x: 4.029 m $\eta = 1.3$	x: 4.029 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.029 m $\eta = 12.3$	$\eta = 0.7$	x: 4.029 m $\eta = 4.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 12.3$
N157/N117	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 1.876 m $\eta = 2.9$	x: 0 m $\eta = 5.4$	x: 1.876 m $\eta = 18.2$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 1.876 m $\eta = 5.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.876 m $\eta = 21.7$	$\eta = 0.7$	x: 1.876 m $\eta = 5.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 21.7$
N117/N158	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 4.167 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 49.0$	x: 0 m $\eta = 17.4$	x: 4.167 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 5.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 65.0$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 6.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 65.0$
N158/N159	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 5.036 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 48.7$	x: 5.036 m $\eta = 13.7$	x: 0 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.036 m $\eta = 60.8$	$\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 3.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 60.8$
N159/N160	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 5.036 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 48.6$	x: 2.203 m $\eta = 14.7$	x: 5.036 m $\eta = 0.6$	x: 5.036 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.888 m $\eta = 61.8$	$\eta = 0.7$	x: 5.036 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 61.8$
N160/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 5.036 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 48.2$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 5.036 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 59.7$	$\eta = 0.7$	x: 5.036 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 59.7$
N96/N117	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.418 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	x: 6.852 m $\eta = 7.1$	x: 0.417 m $\eta = 60.5$	x: 3.635 m $\eta = 2.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.417 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.418 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 3.635 m $\eta = 63.9$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 63.9$
N117/N120	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 2.939 m $\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 29.5$	$\eta = 3.2$	x: 19.138 m $\eta = 15.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 19.138 m $\eta = 2.2$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 2.939 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 19.138 m $\eta = 40.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 40.8$

2.4. Pórtico de fachada

Al igual que los pórticos interiores tipo, el pórtico de fachada es simétrico respecto al plano medio perpendicular al pórtico, es por ello que también nos centraremos solamente en la parte izquierda del mismo, en los nudos que se muestran a continuación.



2.4.1. Perfiles

Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 650 B, (HEB)	286.30	139.50	84.67	210600.00	13980.00	749.22
		2	IPE 200, (IPE)	28.50	13.25	11.00	1943.00	142.40	6.98
		3	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
		4	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		5	HE 120 B, (HEB)	34.00	19.80	5.73	864.40	317.50	13.93
		6	SHS 200x12.0, (Cold Formed SHS)	83.91	37.60	37.60	4695.30	4695.30	8199.93
		7	SHS 400x16.0, (Cold Formed SHS)	234.51	102.40	102.40	55948.91	55948.91	93167.52
		8	HE 700 B, (HEB)	306.40	144.00	97.31	256900.00	14440.00	838.82
		9	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	146.09

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N41/N42
2	N42/N45
3	N137/N143
4	N138/N137, N137/N174, N41/N143 y N143/N42
5	N144/N45, N151/N152, N153/N154 y N155/N156
6	N155/N139, N153/N156, N151/N154, N144/N152 y N143/N155

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
7	N42/N44
8	N138/N143 y N143/N174
9	N174/N139

2.4.2. Esfuerzos

Como al igual que en el pórtico interior, el CYPE muestra todos los esfuerzos de todas las barras para todas las hipótesis posibles, se mostrará a continuación una muestra de dicha lista con un esfuerzo para una barra y una hipótesis, por ejemplo el primer tramo de la jácena, es decir, la barra que une N42 con N139, para la hipótesis de V(0°) H1.

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.358 m	0.551 m	0.936 m	1.129 m	1.321 m	1.514 m	1.899 m	2.092 m	2.285 m	
N42/N139	V(0°) H1	N	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764	-8.764
		Vy	0.117	0.159	0.238	0.273	0.307	0.338	0.393	0.418	0.440	
		Vz	-2.837	-3.880	-5.967	-7.010	-8.054	-9.097	-11.184	-12.227	-13.271	
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		My	-15.18	-14.53	-12.63	-11.38	-9.93	-8.28	-4.37	-2.12	0.34	
		Mz	-4.91	-4.94	-5.02	-5.07	-5.12	-5.18	-5.33	-5.40	-5.49	

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

2.4.3. Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N41	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	-11.617	-4.706	10.943	-85.44	-19.44	-0.04
		Valor máximo de la envoltente	12.821	49.456	38.005	2.66	12.58	0.02
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	-9.558	5.106	14.045	-75.76	-14.00	-0.03
		Valor máximo de la envoltente	5.367	42.374	27.562	-14.50	7.93	0.01
N138	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	-	4.096	55.232	-10.20	-	0.00
		Valor máximo de la envoltente	151.616	16.599	105.098	-2.56	304.12	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	-	5.983	61.346	-8.09	-	0.00
		Valor máximo de la envoltente	101.077	13.179	79.702	-3.72	202.75	0.00

2.4.4. Resistencia

Comprobación de resistencia							
Barra	η	Posición	Esfuerzos pésimos			Origen	Estado

	(%)	(m)	N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N41/N137	7.98	0.000	-6.554	-8.094	-39.889	-0.01	-85.65	-11.83	GV	Cumple
N137/N42	8.75	4.000	49.115	-5.464	39.494	0.03	-76.13	14.38	GV	Cumple
N42/N139	5.90	0.358	20.426	-0.609	25.501	-0.07	38.79	7.74	GV	Cumple
N139/N156	17.40	0.172	-168.208	2.130	-51.351	-0.32	-148.09	7.88	G	Cumple
N156/N154	10.43	4.314	-442.451	-0.418	-1.145	-0.14	36.94	0.13	G	Cumple
N154/N152	11.39	2.024	-515.692	0.142	-0.017	-0.10	30.45	1.05	G	Cumple
N152/N45	10.93	5.036	-473.419	1.366	22.034	-0.14	-20.55	-4.50	G	Cumple
N137/N143	48.58	2.163	-135.814	0.000	0.000	0.00	0.69	0.00	G	Cumple
N138/N137	15.37	4.109	30.467	0.000	0.000	0.00	0.55	0.00	G	Cumple
N137/N174	23.98	2.959	72.401	0.000	0.000	0.00	0.32	0.00	G	Cumple
N41/N143	28.24	4.836	-41.631	0.000	0.000	0.00	0.55	0.00	G	Cumple
N143/N42	32.99	2.598	-81.409	0.000	0.000	0.00	0.34	0.00	G	Cumple
N144/N45	35.60	3.000	40.122	-0.010	-8.732	0.00	13.42	0.02	GV	Cumple
N151/N152	22.27	2.289	2.258	-0.011	7.970	0.00	-9.50	0.01	GV	Cumple
N153/N154	30.08	1.693	-26.093	-0.686	11.129	0.00	-10.57	0.58	GV	Cumple
N155/N156	39.84	1.097	-83.156	-6.024	4.965	0.01	-7.05	3.01	GV	Cumple
N155/N139	21.65	5.878	123.547	-4.800	3.842	-15.68	-6.93	17.13	GV	Cumple
N153/N156	17.91	5.142	204.399	-4.264	3.056	-3.24	-2.45	10.48	GV	Cumple
N151/N154	10.41	5.314	69.308	-3.808	2.911	-3.13	-1.77	9.13	GV	Cumple
N144/N152	8.02	5.546	-43.003	-4.468	3.210	-2.60	-2.59	5.67	GV	Cumple
N143/N155	75.66	3.245	-208.500	0.475	0.135	0.00	22.92	58.62	GV	Cumple
N42/N174	16.95	4.000	127.969	19.942	19.665	0.00	-55.80	-73.29	GV	Cumple
N174/N155	13.16	0.000	-27.817	-29.234	-10.733	10.56	-23.72	-86.62	GV	Cumple
N155/N153	9.01	3.754	-72.503	8.772	-5.607	0.14	28.29	39.69	GV	Cumple
N153/N151	6.47	3.365	126.308	1.644	-1.553	4.08	11.04	27.26	GV	Cumple
N151/N144	6.82	2.164	169.074	-0.135	-0.027	6.91	5.40	29.94	GV	Cumple
N138/N143	17.88	0.000	-118.397	-2.064	-151.616	0.00	-304.12	-7.08	GV	Cumple
N143/N174	18.42	4.000	147.278	5.893	106.498	0.00	-268.31	-14.14	GV	Cumple
N174/N139	37.17	0.000	-150.844	-81.004	-46.152	0.18	-5.54	-56.48	G	Cumple

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.



2.4.5. Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
	N41/N42	4.000 4.000	1.11 L/(>1000)	7.500 7.500	1.03 L/(>1000)	4.500 4.000	1.83 L/(>1000)	7.000 7.500
N42/N45	6.125 23.037	0.92 L/(>1000)	16.519 4.407	1.77 L/(>1000)	5.634 23.037	1.77 L/(>1000)	16.519 4.407	2.64 L/(>1000)
N137/N143	2.986 -	0.00 L/(>1000)	1.837 1.837	0.09 L/(>1000)	2.986 -	0.00 L/(>1000)	1.837 1.837	0.09 L/(>1000)
N138/N137	4.109 4.109	11.70 L/702.5	4.109 4.109	19.86 L/413.7	4.109 4.109	11.69 L/703.2	4.109 4.109	19.84 L/414.1
N137/N174	2.499 2.499	2.53 L/(>1000)	2.499 2.499	4.30 L/(>1000)	2.499 2.499	2.53 L/(>1000)	2.499 2.499	4.30 L/(>1000)
N41/N143	4.109 4.109	11.70 L/702.5	4.109 4.109	19.86 L/413.7	4.109 4.109	11.69 L/703.2	4.109 4.109	19.84 L/414.1
N143/N42	2.598 2.598	2.96 L/(>1000)	2.598 2.598	5.03 L/(>1000)	2.598 2.598	2.96 L/(>1000)	2.598 2.598	5.02 L/(>1000)
N144/N45	2.064 2.064	0.01 L/(>1000)	1.857 1.857	1.88 L/(>1000)	2.064 2.064	0.03 L/(>1000)	1.857 1.857	3.40 L/(>1000)
N151/N152	0.655 0.655	0.01 L/(>1000)	1.309 1.309	0.66 L/(>1000)	0.655 0.655	0.01 L/(>1000)	1.309 1.309	1.15 L/(>1000)
N153/N154	1.193 1.193	0.04 L/(>1000)	0.994 0.994	0.41 L/(>1000)	1.193 1.193	0.07 L/(>1000)	0.994 0.994	0.72 L/(>1000)
N155/N156	0.747 0.747	0.06 L/(>1000)	0.498 0.498	0.28 L/(>1000)	0.249 0.747	0.09 L/(>1000)	0.498 0.498	0.53 L/(>1000)
N155/N139	3.821 3.821	1.63 L/(>1000)	4.409 4.409	0.32 L/(>1000)	3.821 3.821	3.08 L/(>1000)	4.115 4.409	0.53 L/(>1000)
N153/N156	3.214 3.214	0.65 L/(>1000)	2.250 2.250	0.33 L/(>1000)	3.535 3.214	1.26 L/(>1000)	2.250 2.250	0.40 L/(>1000)
N151/N154	3.653 3.986	0.40 L/(>1000)	2.657 2.657	0.39 L/(>1000)	3.986 3.986	0.61 L/(>1000)	2.657 2.657	0.50 L/(>1000)
N144/N152	2.080 2.080	0.48 L/(>1000)	2.773 2.773	0.32 L/(>1000)	2.080 2.080	0.78 L/(>1000)	2.773 2.773	0.36 L/(>1000)
N143/N155	3.245 3.245	17.52 L/370.4	3.245 3.245	7.61 L/853.0	3.245 3.245	33.23 L/370.4	3.245 3.245	7.60 L/853.9
N42/N44	22.301 22.301	25.71 L/(>1000)	25.331 25.331	7.87 L/(>1000)	22.738 22.301	49.42 L/(>1000)	24.894 25.331	11.55 L/(>1000)
N138/N143	6.000 6.000	0.43 L/(>1000)	5.000 5.000	0.94 L/(>1000)	6.000 6.000	0.59 L/(>1000)	5.000 5.000	1.74 L/(>1000)
N143/N174	2.800 2.800	0.19 L/(>1000)	2.600 2.600	0.19 L/(>1000)	2.800 2.800	0.26 L/(>1000)	2.600 2.600	0.36 L/(>1000)
N174/N139	0.190 0.190	0.03 L/(>1000)	0.190 0.190	0.00 L/(>1000)	0.190 0.190	0.05 L/(>1000)	0.190 0.190	0.00 L/(>1000)

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

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos



extremos del grupo de flecha.

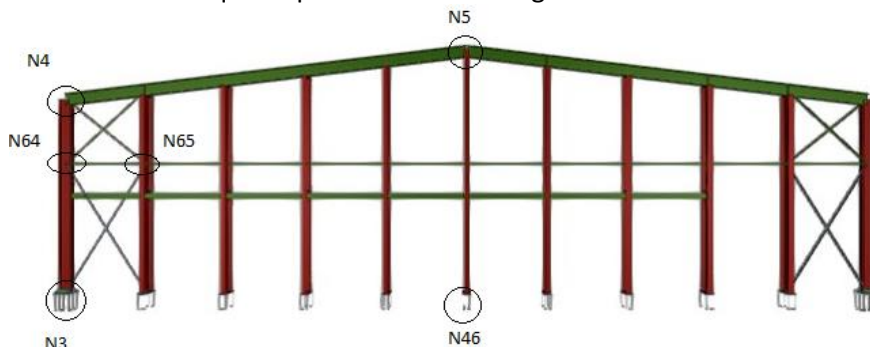
3.4.6. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$N M_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N41/N137	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 8 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 8.0$
N137/N42	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4 m $\eta = 1.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 4 m $\eta = 4.0$	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4 m $\eta = 8.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 8.8$
N42/N139	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.284 m $\eta = 0.4$	x: 0.358 m $\eta = 0.8$	x: 0.358 m $\eta = 4.6$	x: 2.285 m $\eta = 2.8$	x: 2.285 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.358 m $\eta = 5.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	x: 2.285 m $\eta = 3.2$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 5.9$
N139/N156	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.172 m $\eta = 3.4$	x: 0.172 m $\eta = 12.2$	x: 0.172 m $\eta = 3.5$	x: 0.172 m $\eta = 3.9$	x: 5.079 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.172 m $\eta = 17.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.6$	x: 0.172 m $\eta = 3.9$	x: 5.079 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.4$
N156/N154	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.034 m $\eta = 7.7$	x: 4.313 m $\eta = 3.0$	x: 0.034 m $\eta = 0.7$	x: 0.034 m $\eta = 2.1$	x: 0.034 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4.314 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0.034 m $\eta = 10.4$	x: 0.034 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 10.4$
N154/N152	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.034 m $\eta = 8.9$	x: 2.024 m $\eta = 2.5$	x: 4.457 m $\eta = 1.7$	x: 4.457 m $\eta = 1.1$	x: 4.456 m $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.024 m $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 4.457 m $\eta = 1.1$	x: 4.456 m $\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 11.4$
N152/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.034 m $\eta = 8.3$	x: 5.036 m $\eta = 1.7$	x: 5.036 m $\eta = 4.0$	x: 5.036 m $\eta = 1.7$	x: 0.034 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.036 m $\eta = 10.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 5.036 m $\eta = 1.7$	x: 0.034 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 10.9$
N137/N143	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.555 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.2$	$\eta = 48.2$	x: 2.163 m $\eta = 0.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.325 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.555 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.163 m $\eta = 48.6$	x: 0.555 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\eta = 48.6$
N144/N45	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3 m $\eta = 7.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 3 m $\eta = 32.0$	x: 3 m $\eta = 0.4$	x: 3 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3 m $\eta = 35.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\eta = 35.6$
N151/N152	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.289 m $\eta = 1.4$	x: 0.107 m $\eta = 2.6$	x: 2.289 m $\eta = 22.0$	x: 2.289 m $\eta = 0.3$	x: 2.289 m $\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.289 m $\eta = 22.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 2.289 m $\eta = 4.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 22.3$
N153/N154	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.692 m $\eta = 1.1$	x: 0.103 m $\eta = 8.7$	x: 1.693 m $\eta = 25.1$	x: 1.693 m $\eta = 4.7$	x: 1.693 m $\eta = 6.7$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.693 m $\eta = 30.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 1.693 m $\eta = 5.7$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 30.1$
N155/N156	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.096 m $\eta = 2.5$	x: 0.101 m $\eta = 15.2$	x: 1.097 m $\eta = 19.5$	x: 1.097 m $\eta = 19.3$	x: 1.097 m $\eta = 4.4$	$\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.097 m $\eta = 39.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 1.097 m $\eta = 4.4$	$\eta = 2.0$	CUMPLE $\eta = 39.8$
N155/N139	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.877 m $\eta = 7.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 5.878 m $\eta = 5.6$	x: 5.878 m $\eta = 11.4$	x: 5.878 m $\eta = 0.7$	x: 5.877 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.878 m $\eta = 21.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 12.2$	x: 5.878 m $\eta = 0.7$	x: 5.877 m $\eta = 0.9$	CUMPLE $\eta = 21.6$
N153/N156	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.142 m $\eta = 12.7$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 5.142 m $\eta = 1.8$	x: 5.142 m $\eta = 7.0$	x: 5.142 m $\eta = 0.5$	x: 5.142 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.142 m $\eta = 17.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.4$	x: 5.142 m $\eta = 0.5$	x: 5.142 m $\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 17.9$
N151/N154	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.314 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 5.314 m $\eta = 6.1$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 5.314 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.314 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 5.314 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 10.4$
N144/N152	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.546 m $\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 5.546 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 5.546 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.546 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 5.546 m $\eta = 0.8$	CUMPLE $\eta = 8.0$
N143/N155	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.324 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.488 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 26.4$	x: 3.245 m $\eta = 15.3$	x: 3.245 m $\eta = 39.0$	x: 0 m $\eta = 2.3$	x: 0 m $\eta = 5.9$	x: 0.324 m $\eta < 0.1$	x: 0.324 m $\eta < 0.1$	x: 3.245 m $\eta = 75.7$	x: 0.324 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\eta = 75.7$
N42/N174	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4 m $\eta = 7.1$	x: 4 m $\eta = 10.2$	x: 4 m $\eta = 1.2$	$\eta = 1.4$	x: 0.326 m $\eta < 0.1$	x: 0.326 m $\eta < 0.1$	x: 4 m $\eta = 17.0$	x: 0.326 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\eta = 17.0$
N174/N155	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 1.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta = 1.7$	CUMPLE $\eta = 13.2$
N155/N153	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 2.5$	x: 5 m $\eta = 5.4$	x: 3.754 m $\eta = 4.6$	x: 3.754 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.754 m $\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 3.754 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 9.0$
N153/N151	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4.533 m $\eta = 1.8$	x: 1.262 m $\eta = 3.6$	x: 1.262 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.365 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 1.262 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.5$
N151/N144	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 3.3$	$\eta < 0.1$	x: 2.82 m $\eta = 0.9$	x: 4.352 m $\eta = 3.6$	x: 0.851 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.164 m $\eta = 6.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0.851 m $\eta = 0.3$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.8$
N138/N143	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 14.5$	x: 8 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 17.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\eta = 17.9$
N143/N174	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4 m $\eta = 2.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 4 m $\eta = 12.8$	x: 4 m $\eta = 5.4$	x: 4 m $\eta = 5.3$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 4 m $\eta = 18.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	CUMPLE $\eta = 18.4$
N174/N139	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 0.378 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0.379 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 31.2$	$\eta = 12.4$	$\eta = 5.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 37.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	$\eta = 12.4$	$\eta = 5.3$	CUMPLE $\eta = 37.2$

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

3.5. Pórtico trasero

Los elementos seleccionados para hacer sus comprobaciones en el pórtico de fachada, dado a su elevado número de barras, son el pilar izquierdo, el central, una diagonal y un tramo de la viga trasera, afectando a los nudos que se puede ver en la imagen.



3.5.1. Perfiles

Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 700 B, (HEB)	306.40	144.00	97.31	256900.00	14440.00	838.82
		2	SHS 100x4.0, (Cold Formed SHS)	14.94	6.40	6.40	225.78	225.78	361.82
		3	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		4	HE 650 B, (HEB)	286.30	139.50	84.67	210600.00	13980.00	749.22

Tipos de pieza

Ref.	Piezas
1	N46/N5
2	N64/N65
3	N3/N65
4	N3/N4

3.5.2. Esfuerzos

Se muestra el esfuerzo causado por la hipótesis de peso propio sobre el montante trasero que une N64 con N65.

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.000 m	0.584 m	1.169 m	1.753 m	2.338 m	2.922 m	3.506 m	4.091 m	4.675 m	
N65/N64	Peso propio	N	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862	-4.862
		V _y	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006	-0.006
		V _z	-0.328	-0.260	-0.193	-0.126	-0.059	0.008	0.076	0.143	0.210	0.210
		M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y	-0.27	-0.10	0.03	0.12	0.18	0.19	0.17	0.10	0.00	0.00
		M _z	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

3.5.3. Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N3	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	-	-26.013	-25.575	-	-10.48	-0.13
		Valor máximo de la envoltente	24.705	102.556	281.175	183.76	17.41	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	-	-15.626	-23.719	-	-8.56	-0.11
		Valor máximo de la envoltente	22.944	81.959	200.305	147.93	11.09	-0.02
N46	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envoltente	-	-1.532	143.202	-13.16	-	-0.11
		Valor máximo de la envoltente	55.802	2.678	324.698	7.34	212.95	0.01
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envoltente	-	-0.813	156.950	-10.70	-	-0.10
		Valor máximo de la envoltente	43.222	2.158	242.550	3.81	185.40	-0.01

3.5.4. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N46/N109	14.59	0.000	-311.901	-2.584	53.514	0.09	151.21	-12.67	GV	Cumple
N109/N69	8.48	0.325	-95.076	-0.897	-17.302	0.00	-145.29	1.27	G	Cumple
N69/N5	7.38	0.000	-85.614	0.417	-17.498	0.00	-116.31	2.77	G	Cumple
N65/N64	22.66	0.000	-25.825	-0.012	-0.262	0.00	-0.23	-0.05	GV	Cumple
N3/N65	30.90	0.614	112.505	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N3/N172	15.77	0.000	-114.824	-13.530	-42.498	0.09	-183.01	-15.53	GV	Cumple
N172/N64	13.84	1.910	35.496	19.132	-16.141	0.09	71.71	-34.44	GV	Cumple
N64/N4	15.77	0.090	0.791	-19.102	13.708	0.00	72.17	-43.10	GV	Cumple

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

3.5.5. Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N46/N5	8.997	0.88	7.047	1.80	8.997	1.75	6.838	3.18
	8.997	L/(>1000)	7.047	L/(>1000)	8.997	L/(>1000)	7.047	L/(>1000)
N63/N64	5.300	7.91	47.305	0.77	5.612	13.88	47.305	0.80
	5.300	L/(>1000)	2.045	L/(>1000)	5.300	L/(>1000)	2.045	L/(>1000)
N3/N65	6.064	0.00	6.615	0.00	5.512	0.00	6.615	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N3/N4	7.719	3.76	2.250	0.41	7.719	6.72	2.250	0.74
	7.719	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)	7.719	L/(>1000)	2.250	L/(>1000)

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

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

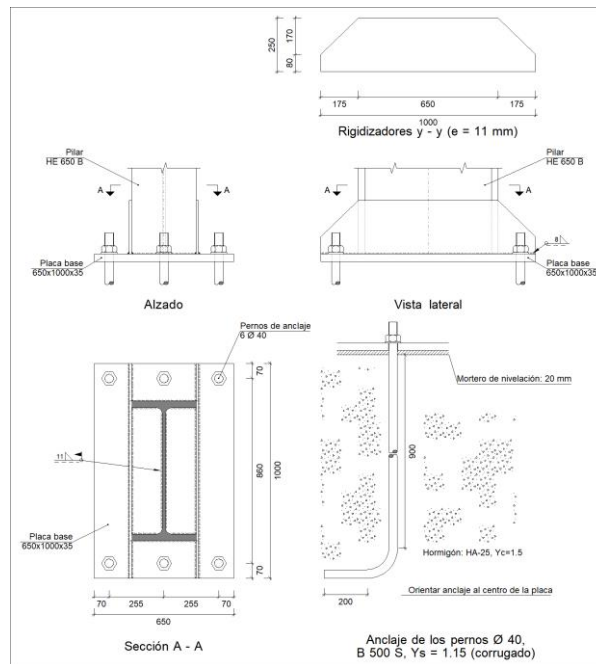
3.5.6. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N46/N109	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 5.3$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 14.6$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 14.6$
N109/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.325 m $\eta = 1.3$	x: 0.325 m $\eta = 6.9$	x: 2 m $\eta = 1.4$	x: 0.325 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.325 m $\eta = 8.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 8.5$
N69/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.646 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 5.5$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 6.647 m $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 7.4$
	N65/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 1.6$	$\eta = 20.6$	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 22.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾
N3/N172	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.8$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 15.8$
	N172/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.909 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 1.91 m $\eta = 3.9$	x: 1.91 m $\eta = 9.5$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 1.91 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.91 m $\eta = 13.8$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 1.91 m $\eta = 0.7$
N64/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.09 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.646 m $\eta = 0.3$	x: 0.09 m $\eta = 0.9$	x: 0.09 m $\eta = 3.9$	x: 0.09 m $\eta = 11.9$	x: 3.647 m $\eta = 1.5$	x: 0.09 m $\eta = 0.7$	x: 0.09 m $\eta < 0.1$	x: 0.09 m $\eta < 0.1$	x: 0.09 m $\eta = 15.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)							
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	
N3/N65	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 30.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 30.9$

3.6. Placas de anclaje

En la nave hay distintos tipos de placas de anclaje, nos centraremos en este apartado en las de tipo 1, para los pilares de los pórticos interiores.



3.6.1. Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

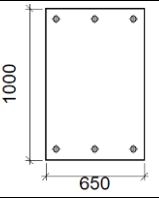
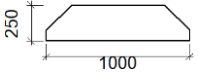
a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

3.6.2. Memoria de cálculo

Descripción de los componentes de la unión:

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		650	1000	35	6	40	S275	275.0	410.0
Rigidizador		1000	250	11	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobación:

1) Pilar HE 650 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	11	2128	16.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 120 mm Calculado: 255 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 94 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 44 cm Calculado: 90 cm	Cumple

Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 400.03 kN Calculado: 323.23 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 280.02 kN Calculado: 39.53 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 400.03 kN Calculado: 379.7 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 400.7 kN Calculado: 323.23 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 263.542 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 733.33 kN Calculado: 39.53 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 69.5337 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 69.416 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 213.3 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 210.303 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3798.63	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 3798.63	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5643.18	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5792.78	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 212.452 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.226		
- Punto de tensión local máxima: (0, 0.45625)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	1000	11.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	1000	11.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						
Comprobación de resistencia						
Ref.	Tensión de Von Mises	Tensión normal	f_u	β_w		

	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)	(N/mm ²)		
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85		
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.						410.0	0.85		

d) Medición

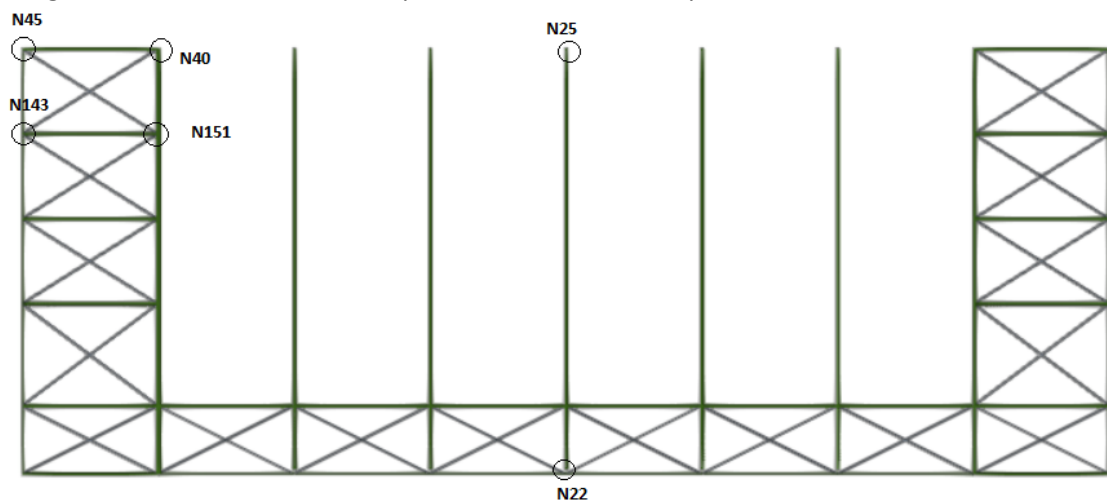
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	8	3876
	En el lugar de montaje	En ángulo	11	2128

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T40
Arandelas	6	A40

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x1000x35	178.59
	Rigidizadores pasantes	2	1000/650x250/80x11	38.04
	Total			216.62
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 40 - L = 995 + 388$	81.89
	Total			81.89

3.7. Cubierta

En este caso, nos centraremos en las barras que unen los nudos de la imagen siguiente en la cubierta izquierda, ya que además de estar sometida a los mismos esfuerzos que la cubierta derecha, soporta una carga de 0,15 kN/m² ocasionado por la instalación de las placas solares.



3.7.1. Perfiles

Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
		2	HE 700 B, (HEB)	306.40	144.00	97.31	256900.00	14440.00	838.82
		3	IPE 500, (IPE)	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10
		4	SHS 200x8.0, (Cold Formed SHS)	59.19	25.60	25.60	3555.37	3555.37	5810.57
		5	L 110 x 110 x 12, (L)	25.10	11.76	11.76	279.10	279.10	11.98

Tipos de pieza

Ref.	Piezas
1	N42/N45
2	N37/N40
3	N22/N25
4	N151/N143 y N40/N45
5	N151/N45 y N143/N40

3.7.2. Esfuerzos

Se muestra a continuación, para la barra que une N152 con N45, los esfuerzos que genera la hipótesis de sobrecarga de uso para cubiertas ligeras G1.

Esfuerzos en barras, por hipótesis												
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra									
			0.034 m	0.784 m	1.284 m	2.035 m	2.535 m	3.285 m	3.785 m	4.536 m	5.036 m	
N152/N45	Q (Uso G1)	N	-66.496	-66.353	-66.257	-66.114	-66.019	-65.876	-65.781	-65.638	-65.542	
		V _y	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	
		V _z	-3.172	-1.980	-1.186	0.006	0.801	1.993	2.787	3.979	4.774	
		M _t	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
		M _y	0.07	2.01	2.80	3.24	3.04	1.99	0.79	-1.74	-3.93	
		M _z	0.61	0.36	0.19	-0.06	-0.23	-0.48	-0.65	-0.90	-1.07	

N: Esfuerzo axial (kN)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M_t: Momento torsor (kN·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

3.7.3 Resistencia

Comprobación de resistencia									
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)	
N152/N45	10.93	5.036	-473.419	1.366	22.034	-0.14	-20.55	-4.50	Cumple
N160/N40	59.65	0.000	-869.034	0.583	32.460	-0.25	263.26	0.83	Cumple

Comprobación de resistencia									
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)	
N124/N25	63.78	0.000	-849.483	0.000	-117.088	0.00	-390.48	0.00	Cumple
N40/N45	12.46	3.970	-52.963	0.000	0.000	0.00	4.85	0.00	Cumple
N152/N40	4.58	0.119	30.092	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	Cumple

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

3.7.4. Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N42/N45	6.125	0.92	16.519	1.77	5.634	1.77	16.519	2.64
	23.037	L/(>1000)	4.407	L/(>1000)	23.037	L/(>1000)	4.407	L/(>1000)
N37/N40	11.947	1.74	15.724	9.71	12.262	3.23	15.724	18.28
	11.947	L/(>1000)	15.724	L/(>1000)	11.947	L/(>1000)	15.724	L/(>1000)
N22/N25	10.307	0.00	13.145	22.29	10.307	0.00	13.145	44.41
	10.307	L/(>1000)	13.145	L/(>1000)	10.307	L/(>1000)	13.145	L/(>1000)
N40/N45	5.955	0.00	3.970	3.18	5.955	0.00	3.970	3.17
	-	L/(>1000)	3.970	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.970	L/(>1000)
N152/N40	7.584	0.00	7.001	0.00	7.584	0.00	7.001	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

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

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

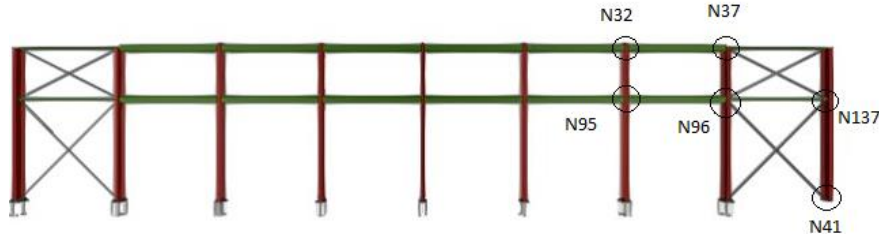
3.7.5. Comprobaciones E.L.U

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													M _t	
	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}_w$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		
N152/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.034 m $\eta = 8.3$	x: 5.036 m $\eta = 1.7$	x: 5.036 m $\eta = 4.0$	x: 5.036 m $\eta = 1.7$	x: 0.034 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.036 m $\eta = 10.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.5$	CUMPLE $\eta = 10.9$	
N160/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	x: 5.036 m $\eta = 3.0$	x: 0 m $\eta = 48.2$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 0.6$	x: 5.036 m $\eta = 4.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 59.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	CUMPLE $\eta = 59.7$	
N124/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	x: 18.921 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 47.2$	x: 0 m $\eta = 19.2$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 5.9$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 63.8$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 63.8$	
N40/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.496 m $\bar{\lambda}_w \leq \bar{\lambda}_{w,máx}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 7.8$	x: 3.97 m $\eta = 4.4$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0.496 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 3.97 m $\eta = 12.5$	x: 0.496 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 12.5$	

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)												CUMPLE $\eta = 4.6$
	$\bar{\lambda}$	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	
N152/N40	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 4.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	

3.8. Fachada lateral

En la fachada lateral, se estudiarán las barras que se muestran a continuación del sistema de arriostramiento lateral, en este caso, dos tirantes y dos barras superiores e inferiores.



3.8.1. Perfiles

Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 180, (IPE)	23.90	54.18	51.51	1320.00	101.00	5.06
		2	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		3	L 110 x 110 x 12, (L)	25.10	11.76	11.76	279.10	279.10	11.98
Tipos de pieza									
Ref.	Piezas								
1	N32/N37 y N95/N96								
2	N41/N96								
3	N137/N37								

3.8.2. Esfuerzos

Se muestra a continuación, los esfuerzos que provoca la hipótesis de peso propio sobre la viga perimetral superior.

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	1.000 m	2.000 m	3.000 m	4.000 m	5.000 m	6.000 m	7.000 m	8.000 m
N32/N37	Peso propio	N	19.204	19.204	19.204	19.204	19.204	19.204	19.204	19.204	19.204
		V _y	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		V _z	-4.140	-3.105	-2.070	-1.035	0.000	1.035	2.070	3.105	4.140
		M _t	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		M _y	0.00	3.62	6.21	7.76	8.28	7.76	6.21	3.62	0.00
		M _z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

N: Esfuerzo axial (kN)

V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

M_t: Momento torsor (kN·m)

M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

3.8.3. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N32/N37	5.07	4.000	-29.370	0.000	0.000	0.00	6.62	0.00	GV	Cumple
N95/N96	2.45	4.000	29.310	0.000	0.000	0.00	11.18	0.00	GV	Cumple
N41/N96	5.18	0.000	18.844	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N137/N37	2.01	0.000	13.224	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

3.8.4. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Estado
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N32/N37	0.000	0.00	4.000	0.41	0.000	0.00	4.000	0.41	Cumple
	-	L/(>1000)	4.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	4.000	L/(>1000)	
N95/N96	0.000	0.00	4.000	0.41	0.000	0.00	4.000	0.41	Cumple
	-	L/(>1000)	4.000	L/(>1000)	-	L/(>1000)	4.000	L/(>1000)	
N41/N96	9.899	0.00	9.899	0.00	9.899	0.00	9.899	0.00	Cumple
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N137/N37	8.385	0.00	7.267	0.00	8.385	0.00	7.267	0.00	Cumple
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

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

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

3.8.5. Comprobaciones E.L.U.

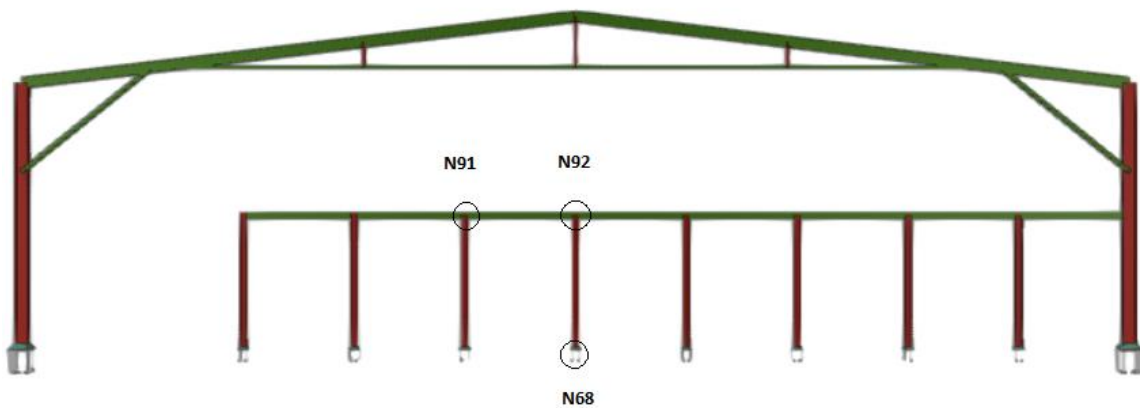
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	
N32/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.5 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.6$	$\eta = 4.3$	x: 4 m $\eta = 1.6$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.5 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 4 m $\eta = 5.1$	x: 0.5 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 5.1$
N95/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.5 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.9$	$\eta = 1.9$	x: 4 m $\eta = 1.6$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	x: 0.5 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 4 m $\eta = 2.5$	x: 0.5 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE $\eta = 2.5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)										
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_z V_y V_z$	M_t		
N41/N96	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	CUMPL E $\eta = 5.2$	
N137/N37	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 2.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	CUMPL E $\eta = 2.0$	

3.9. Forjado altillo

En el altillo para oficinas del hangar, se muestran a continuación los nudos extremos de las barras seleccionadas para su estudio.



3.9.1. Perfiles

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	146.09
		2	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90

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

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N68/N92
2	N91/N92

3.9.2. Esfuerzos

Se estudiará el caso de carga para forjado de oficinas Q (Uso G1), en concreto para el pilar del penúltimo pórtico que une N74 con N100.

Esfuerzos en barras, por hipótesis											
Barra	Hipótesis	Esfuerzo	Posiciones en la barra								
			0.000 m	0.750 m	1.500 m	2.250 m	3.000 m	3.750 m	4.500 m	5.250 m	6.000 m
N74/N100	Q (Uso G1)	N	-4.381	-4.381	-4.381	-4.381	-4.381	-4.381	-4.381	-4.381	-4.381
		Vy	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306	0.306
		Vz	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120	7.120
		Mt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		My	42.72	37.38	32.04	26.70	21.36	16.02	10.68	5.34	0.00
		Mz	1.84	1.61	1.38	1.15	0.92	0.69	0.46	0.23	0.00

N: Esfuerzo axil (kN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (kN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (kN)

Mt: Momento torsor (kN·m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (kN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (kN·m)

3.9.3. Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N74/N100	13.92	0.000	-180.389	1.278	28.687	0.00	172.12	7.67	G	Cumple
N100/N101	61.17	2.500	71.218	0.000	0.000	0.00	92.29	0.00	G	Cumple
N109/N108	74.50	2.500	5.089	0.000	0.000	0.00	121.94	0.00	GV	Cumple
N109/N100	7.27	0.350	1.576	-0.002	-24.246	0.00	-133.87	-0.02	GV	Cumple

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100\%$.

3.9.4. Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		Estado
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
N74/N100	2.625	0.65	2.625	0.42	2.625	1.06	2.625	0.78	Cumple
	2.625	L/(>1000)	2.625	L/(>1000)	2.625	L/(>1000)	2.625	L/(>1000)	
N100/N101	4.078	0.00	2.175	5.65	3.534	0.00	2.175	5.64	Cumple
	-	L/(>1000)	2.175	L/770.3	-	L/(>1000)	2.175	L/771.1	
N109/N108	3.750	0.00	2.500	9.72	3.750	0.00	2.500	9.71	Cumple
	-	L/(>1000)	2.500	L/514.6	-	L/(>1000)	2.500	L/515.1	
N109/N100	3.347	0.01	3.347	1.00	3.347	0.01	3.347	1.70	Cumple
	3.347	L/(>1000)	3.347	L/(>1000)	3.347	L/(>1000)	3.347	L/(>1000)	

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

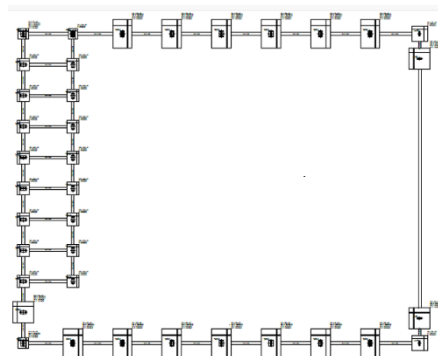
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

3.9.5. Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													
	$\bar{\lambda}$	λ_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	
N74/N100	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 0 m $\eta = 9.3$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta = 1.6$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 13.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 13.9$
N100/N101	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.326 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 7.3$	$\eta = 7.5$	x: 2.5 m $\eta = 56.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.325 m $\eta = 21.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.326 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.5 m $\eta = 61.2$	x: 0.326 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 61.2$
N109/N108	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.5$	x: 2.5 m $\eta = 74.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 25.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	x: 2.5 m $\eta = 74.5$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.5$
N109/N100	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.35 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.35 m $\eta = 7.2$	x: 0.35 m $\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	x: 0.35 m $\eta < 0.1$	x: 0.35 m $\eta < 0.1$	x: 0.35 m $\eta = 7.3$	x: 0.35 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.3$

3.10. Cimentaciones

Como ya se ha visto anteriormente, en este proyecto existen cinco tipos diferentes de zapatas de cimentación, ubicadas mediante la siguiente distribución. Además de las vigas centradoras que unen a todas ellas.



3.10.1. Referencias

Referencias	Geometría	Armado
N8	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 145 cm Ancho zapata Y: 180 cm Canto: 95 cm	X: 15Ø12c/11 Y: 7Ø16c/20
N13, N18, N23, N28, N33, N38, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 315 cm Ancho zapata Y: 460 cm Canto: 95 cm	Sup X: 44Ø16c/10 Sup Y: 30Ø16c/10 Inf X: 37Ø16c/12 Inf Y: 15Ø16c/21
N3 y N1	Zapata cuadrada Anchura: 170 cm Canto: 95 cm	Sup X: 15Ø16c/10 Sup Y: 15Ø16c/10 Inf X: 8Ø16c/21 Inf Y: 8Ø16c/21
N49, N48, N47, N46, N50, N51, N52, N71, N70, N69, N68, N72, N73, N74 y N75	Zapata cuadrada Anchura: 200 cm Canto: 80 cm	X: 8Ø16c/23 Y: 8Ø16c/23

Referencias	Geometría	Armado
N208, N129 y N131	Zapata cuadrada Anchura: 340 cm Canto: 80 cm	Sup X: 32Ø16c/10 Sup Y: 32Ø16c/10 Inf X: 14Ø16c/24 Inf Y: 14Ø16c/24
N41 y N43	Zapata cuadrada Anchura: 250 cm Canto: 50 cm	X: 13Ø12c/19 Y: 13Ø12c/19

3.10.2. Comprobación

Se comprobará la zapata rectangular con la referencia N13 y la viga centradora que une N8 con N13.

Referencia: N13		
Dimensiones: 315 x 460 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/12 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/10 Ys:Ø16c/10		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.109676 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.13891 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.21945 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
- En dirección Y:		
<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>		
	Reserva seguridad: 36.0 %	Cumple
(1) Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 109.32 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 554.07 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 60.92 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 344.53 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 158.5 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>		
Canto mínimo:		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		



Referencia: N13		
Dimensiones: 315 x 460 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/12 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/10 Ys:Ø16c/10		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N13:	Mínimo: 80 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0018	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0021	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: 0.0018	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0011	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003 Calculado: 0.0022	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 10 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 21 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 10 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 10 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 52 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 315 x 460 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/12 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/10 Ys:Ø16c/10		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 23 cm Calculado: 107 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 107 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 132 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 132 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 187 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 187 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 80 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 80 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.05		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.60		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 1743.92 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 1194.17 kN		
Referencia: VC.T-1.3 [N8-N13] (Viga centradora)		
- Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm		
- Armadura superior: 4Ø16		
- Armadura de piel: 1x2Ø12		
- Armadura inferior: 3Ø16		
- Estribos: 1xØ8c/20		
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: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 11.8 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 315 x 460 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/12 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/10 Ys:Ø16c/10		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 11.8 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos:		
- Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.14 cm ² /m Calculado: 5.02 cm ² /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.003	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>		
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.16 cm ² Calculado: 6.03 cm ²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.62 cm ² Calculado: 8.04 cm ²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:		
Situaciones persistentes:	Momento flector: 2.08 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
	Momento flector: -7.84 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen:		
- Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen:		
- Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple



Referencia: N13		
Dimensiones: 315 x 460 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/12 Yi:Ø16c/21 Xs:Ø16c/10 Ys:Ø16c/10		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 1.08 kN	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: 16.0 mm (Cumple)		



3. Presupuesto

ÍNDICE

1. Cimentaciones
 - 1.1. Regularización
 - 1.2. Superficiales
 - 1.3. Arriostramientos
2. Estructuras
 - 2.1. Acero
 - 2.2. Hormigón armado
3. Fachadas y particiones
 - 3.1. Fachadas ligeras
4. Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares
 - 4.1. Puertas de garaje
 - 4.2. Puerta peatonal
5. Acondicionamiento del terreno
 - 5.1. Movimiento de tierras en edificación
6. Revestimientos y trasdosados
 - 6.1. Pavimentos interiores
7. Urbanización interior de la parcela
 - 7.1. Pavimentos exteriores
8. Señalización y equipamiento
 - 8.1. Escaleras prefabricadas
9. Instalaciones
 - 9.1. Eléctricas
 - 9.2. Evacuación de aguas
10. Gestión de residuos
 - 10.1. Gestión de tierras
 - 10.2. Gestión de residuos vegetales
11. Presupuesto de ejecución por contrata con IVA

1 Cimentaciones

1.1 Regularización

1.1.1 CRL030	m ²	<p>Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
mt10hmf011fa	0,105 m ³	Hormigón de limpieza HL-150/F/20, fabricado en central.	71,55	7,51	
mo045	0,009 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	20,74	0,19	
mo092	0,017 h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,68	0,33	
%	2,000 %	Costes directos complementarios	8,03	0,16	
	3,000 %	Costes indirectos	8,19	0,25	
Precio total por m²				8,44	
Cantidad de m²				479,07	
Importe total para el proyecto				4.043,35	

1.2 Superficiales

1.2.1 CSZ030	m ³	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 31 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
mt07aco020a	8,000 Ud	Separador homologado para cimentaciones.	0,15	1,20	
mt07aco010c	30,978 kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	51,11	
mt08var050	0,124 kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,13	0,14	
mt10haf010ctLc	1,100 m ³	Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	82,67	90,94	
mo043	0,058 h	Oficial 1ª ferrallista.	20,74	1,20	
mo090	0,087 h	Ayudante ferrallista.	19,68	1,71	
mo045	0,059 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	20,74	1,22	
mo092	0,528 h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,68	10,39	
%	2,000 %	Costes directos complementarios	157,91	3,16	
	3,000 %	Costes indirectos	161,07	4,83	
Precio total por m³				165,90	

Cantidad de m ³	263,59
Importe total para el proyecto	43.730,58

1.3 Arriostramientos

1.3.1 CAV030	m ³	<p>Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 53,3 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
mt07aco020a	10,000	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	0,15	1,50
mt07aco010c	53,298	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	87,94
mt08var050	0,426	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,13	0,48
mt10haf010ctLc	1,050	m ³	Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	82,67	86,80
mo043	0,200	h	Oficial 1ª ferrallista.	20,74	4,15
mo090	0,200	h	Ayudante ferrallista.	19,68	3,94
mo045	0,105	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	20,74	2,18
mo092	0,422	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,68	8,30
%	2,000	%	Costes directos complementarios	195,29	3,91
	3,000	%	Costes indirectos	199,20	5,98
Precio total por m³					205,18
Cantidad de m³					32,08
Importe total para el proyecto					6.582,17
1.3.2 CAV030b	m ³	<p>Viga centradora de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero, UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 45,9 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
mt07aco020a	10,000	Ud	Separador homologado para cimentaciones.	0,15	1,50
mt07aco010c	45,863	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	75,67
mt08var050	0,367	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,13	0,41
mt10haf010ctLc	1,050	m ³	Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	82,67	86,80
mo043	0,172	h	Oficial 1ª ferrallista.	20,74	3,57
mo090	0,172	h	Ayudante ferrallista.	19,68	3,38



Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

mo045	0,105	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	20,74	2,18
mo092	0,422	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,68	8,30
%	2,000	%	Costes directos complementarios	181,81	3,64
	3,000	%	Costes indirectos	185,45	5,56
Precio total por m³					191,01
Cantidad de m³					0,56
Importe total para el proyecto					106,97

2 Estructuras

2.1 Acero

2.1.1 EAM040

kg

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.

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

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

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

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

mt07ala010deb

1,000 kg

Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.

1,49

1,49

mq08sol020

0,017 h

Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.

3,48

0,06

mo047

0,024 h

Oficial 1ª montador de estructura metálica.

20,74

0,50

mo094

0,024 h

Ayudante montador de estructura metálica.

19,68

0,47

%

2,000 %

Costes directos complementarios

2,52

0,05

3,000 %

Costes indirectos

2,57

0,08

Precio total por kg

2,65

Cantidad de kg

35.739,70

Importe total para el proyecto

94.710,21

2.1.2 EAM040b

kg

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

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

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

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

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

mt07ala010deb

1,000 kg

Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y

1,49

1,49



Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

			montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.			
	mq08sol020	0,017	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
	mo047	0,024	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	0,50
	mo094	0,024	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	0,47
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	2,52	0,05
		3,000	%	Costes indirectos	2,57	0,08
				Precio total por kg		2,65
				Cantidad de kg		106.203,38
				Importe total para el proyecto		281.438,96
2.1.3 EAM040c	kg			Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt07ala010deb	1,000	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,49	1,49
	mq08sol020	0,017	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
	mo047	0,024	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	0,50
	mo094	0,024	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	0,47
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	2,52	0,05
		3,000	%	Costes indirectos	2,57	0,08
				Precio total por kg		2,65
				Cantidad de kg		39.896,88
				Importe total para el proyecto		105.726,73
2.1.4 EAM040d	kg			Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
	mt07ala010deb	1,000	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y	1,49	1,49



Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

			montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.			
	mq08sol020	0,017	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,06
	mo047	0,024	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	0,50
	mo094	0,024	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	0,47
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	2,52	0,05
		3,000	%	Costes indirectos	2,57	0,08
				Precio total por kg		2,65
				Cantidad de kg		15.377,94
				Importe total para el proyecto		40.751,54
2.1.5 EAS030	Ud	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 550x800 mm y espesor 30 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 126,08 cm de longitud total.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
	mt07ala011j	128,263	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar en obra.	1,87	239,85
	mt07aco010c	127,357	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	210,14
	mq08sol020	0,023	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,08
	mo047	4,204	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	87,19
	mo094	4,204	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	82,73
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	619,99	12,40
		3,000	%	Costes indirectos	632,39	18,97
				Precio total por Ud		651,36
				Cantidad de Ud		8
				Importe total para el proyecto		5.210,88
2.1.6 EAS030b	Ud	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x400 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 54,0398 cm de longitud total.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
	mt07ala011j	19,181	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar en obra.	1,87	35,87
	mt07aco010c	13,647	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	22,52
	mq08sol020	0,023	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,08



Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

mo047	0,680	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	14,10
mo094	0,680	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	13,38
%	2,000	%	Costes directos complementarios	85,95	1,72
	3,000	%	Costes indirectos	87,67	2,63
Precio total por Ud					90,30
Cantidad de Ud					9
Importe total para el proyecto					812,70
2.1.7 EAS030c	Ud	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 650x900 mm y espesor 35 mm, con 6 pernos soldados de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 146,58 cm de longitud total.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
mt07ala011j	204,577	kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar en obra.	1,87	382,56
mt07aco010c	333,147	kg	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	1,65	549,69
mq08sol020	0,023	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,48	0,08
mo047	7,507	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	155,70
mo094	7,507	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	147,74
%	2,000	%	Costes directos complementarios	1.235,77	24,72
	3,000	%	Costes indirectos	1.260,49	37,81
Precio total por Ud					1.298,30
Cantidad de Ud					20
Importe total para el proyecto					25.966,00
2.1.8 EAT030	kg	<p>Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los tornillos, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones atornilladas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
mt07ali010a	1,000	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	1,96	1,96
mo047	0,028	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	0,58
mo094	0,016	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	0,31
%	2,000	%	Costes directos complementarios	2,85	0,06

	3,000	%	Costes indirectos	2,91	0,09
			Precio total por kg		3,00
			Cantidad de kg		21.073,92
			Importe total para el proyecto		63.221,76
2.1.9 EAT030b	kg		<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>		
mt07ala245a	1,000	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para correa formada por pieza simple, de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, acabado con imprimación antioxidante, trabajado en taller, para colocar en obra mediante soldadura.	1,29	1,29
mq08sol010	0,035	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	8,25	0,29
mo047	0,035	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	20,74	0,73
mo094	0,020	h	Ayudante montador de estructura metálica.	19,68	0,39
%	2,000	%	Costes directos complementarios	2,70	0,05
	3,000	%	Costes indirectos	2,75	0,08
			Precio total por kg		2,83
			Cantidad de kg		25.804,80
			Importe total para el proyecto		73.027,58

2.2 Hormigón armado

2.2.1 EHU010	m ²	<p>Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,143 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos y conectores de viguetas y zunchos y vigas, con una cuantía total de 11 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 = 25+5 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado parcial, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, y tableros de madera, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta pretensada T-12; bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de entre 4 y 5 m. Incluso agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller de obra y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los pilares.</p> <p>Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta sobre el encofrado. Colocación de viguetas y bovedillas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón.</p>
--------------	----------------	--

Desmontaje del sistema de encofrado.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².

Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m². Se consideran incluidos todos los elementos integrantes de la estructura señalados en los planos y detalles del Proyecto.

mt08eft030a	0,022	m ²	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	37,50	0,83
mt50spa052b	0,044	m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	5,27	0,23
mt08eva030	0,004	m ²	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	85,00	0,34
mt50spa081d	0,027	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 5 m de altura.	27,08	0,73
mt08cim030b	0,002	m ³	Madera de pino.	238,16	0,48
mt08var060	0,020	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	7,00	0,14
mt08dba010d	0,015	l	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua, para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	1,80	0,03
mt07bho010d	5,250	Ud	Bovedilla de hormigón, 60x20x25 cm. Incluso piezas especiales.	0,60	3,15
mt07vse010a	0,165	m	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = <4 m, según UNE-EN 15037-1.	3,19	0,53
mt07vse010b	0,908	m	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = 4/5 m, según UNE-EN 15037-1.	3,87	3,51
mt07vse010c	0,495	m	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = 5/6 m, según UNE-EN 15037-1.	4,13	2,04
mt07vse010d	0,083	m	Semivigueta pretensada, T-12, Lmedia = >6 m, según UNE-EN 15037-1.	4,52	0,38
mt07aco020c	0,800	Ud	Separador homologado para vigas.	0,09	0,07
mt07aco010g	11,550	kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, suministrado en obra en barras sin elaborar, de varios diámetros.	1,22	14,09
mt08var050	0,132	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,13	0,15
mt07ame010d	1,100	m ²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,49	1,64
mt10haf010ctLc	0,150	m ³	Hormigón HA-25/F/20/XC2, fabricado en central.	82,67	12,40
mt08cur020a	0,150	l	Agente filmógeno, para el curado de hormigones y morteros.	1,56	0,23
mo044	0,586	h	Oficial 1 ^a encofrador.	20,74	12,15
mo091	0,575	h	Ayudante encofrador.	19,68	11,32
mo043	0,132	h	Oficial 1 ^a ferrallista.	20,74	2,74
mo090	0,143	h	Ayudante ferrallista.	19,68	2,81
mo045	0,046	h	Oficial 1 ^a estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	20,74	0,95
mo092	0,179	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,68	3,52
%	2,000	%	Costes directos complementarios	74,46	1,49
	3,000	%	Costes indirectos	75,95	2,28
Precio total por m²				78,23	
Cantidad de m²				320	
Importe total para el proyecto				25.033,60	

3 Fachadas y particiones

3.1 Fachadas ligeras

3.1.1 FLA040		m ²		Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica, la exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y la interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m ³ , colocados en posición horizontal y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares. Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m ² . Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m ² .	
mt12ppl110d	1,050	m ²	Panel sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor y 900 mm de anchura, formado por doble cara metálica, la exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y la interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m ³ , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos.	49,22	51,68
mt13ccg030h	8,000	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero inoxidable, con arandela.	0,87	6,96
mt13dcp020a	2,000	m	Cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	2,05	4,10
mo051	0,275	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	20,48	5,63
mo098	0,275	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	18,92	5,20
%	2,000	%	Costes directos complementarios	73,57	1,47
	3,000	%	Costes indirectos	75,04	2,25
Precio total por m²					77,29
Cantidad de m²					5.600,76
Importe total para el proyecto					432.882,74

4 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

4.1 Puertas de garaje

4.1.1 LGL040		Ud		Puerta enrollable para garaje, formada por lamas de chapa lisa de aluminio extrusionado, 300x250 cm, con acabado plastificado con PVC (imitación madera). Apertura manual. Incluso, cajón recogedor forrado, torno, muelles de torsión, poleas, guías, accesorios y cerradura central con llave de seguridad. Elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Totalmente montada y probada. Incluye: Colocación y fijación de los perfiles guía. Introducción del cierre de lamas en las guías. Colocación y fijación del eje a los soportes. Fijación del cierre de lamas al tambor. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Repaso y engrase de mecanismos y guías. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
mt26pge010bj	1,000	Ud	Puerta enrollable para garaje, formada por lamas de chapa lisa de aluminio extrusionado, 300x250 cm, con acabado plastificado con PVC (imitación madera). Según UNE-EN 13241-1.	2.255,32	2.255,32
mo020	0,450	h	Oficial 1ª construcción.	19,93	8,97



Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

mo113	0,450	h	Peón ordinario construcción.	18,69	8,41
mo018	1,050	h	Oficial 1ª cerrajero.	20,19	21,20
mo059	1,050	h	Ayudante cerrajero.	18,96	19,91
%	2,000	%	Costes directos complementarios	2.313,81	46,28
	3,000	%	Costes indirectos	2.360,09	70,80
Precio total por Ud					2.430,89
Cantidad de Ud					1
Importe total para el proyecto					2.430,89

4.2 Puerta peatonal

4.2.1 LCY015

Ud

Puerta de aluminio, serie Millennium 2000 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 400x2000 mm, acabado lacado color blanco, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 45 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 $W/(m^2K)$; espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire pendiente de clasificación, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua pendiente de clasificación, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento pendiente de clasificación, según UNE-EN 12210, sin premarco. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. TSAC.

Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.

Incluye: Ajuste final de las hojas. Sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

mt25pec010aaa

1,000 Ud

Puerta de aluminio, serie Millennium 2000 "CORTIZO", con rotura de puente térmico, una hoja practicable, con apertura hacia el interior, dimensiones 400x2000 mm, acabado lacado color blanco, con el sello QUALICOAT, que garantiza el espesor y la calidad del proceso de lacado, compuesta de hoja de 45 mm y marco de 45 mm, junquillos, galce, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes, según UNE-EN 14351-1; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m}$ = desde 5,7 $W/(m^2K)$; espesor máximo del acristalamiento: 30 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire pendiente de clasificación, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua pendiente de clasificación, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento pendiente de clasificación, según UNE-EN 12210. TSAC.

473,98

473,98

mt22www010a

0,816 Ud

Cartucho de 290 ml de sellador adhesivo monocomponente, neutro, superelástico, a base de polímero MS, color blanco, con resistencia a la intemperie y a los rayos UV y elongación hasta rotura 750%.

5,29

4,32

mt22www050a

0,384 Ud

Cartucho de 300 ml de silicona neutra oximica, de elasticidad permanente y curado rápido, color blanco, rango de temperatura de trabajo de -60 a 150°C, con resistencia a los rayos UV, dureza Shore A aproximada de 22, según UNE-EN ISO 868 y elongación a rotura \geq 800%, según UNE-EN ISO 8339.

4,73

1,82



Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

mo018	1,308	h	Oficial 1ª cerrajero.	20,19	26,41
mo059	0,894	h	Ayudante cerrajero.	18,96	16,95
%	2,000	%	Costes directos complementarios	523,48	10,47
	3,000	%	Costes indirectos	533,95	16,02
Precio total por Ud					549,97
Cantidad de Ud					1
Importe total para el proyecto					549,97

5 Acondicionamiento del terreno

5.1 Movimiento de tierras en edificación

5.1.1 ADL005	m ²	<p>Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.</p> <p>Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
mq01pan010a	0,021	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m ³ .	45,06	0,95
mo113	0,008	h	Peón ordinario construcción.	18,69	0,15
%	2,000	%	Costes directos complementarios	1,10	0,02
	3,000	%	Costes indirectos	1,12	0,03
Precio total por m²					1,15
Cantidad de m²					5.950
Importe total para el proyecto					6.842,50
5.1.2 ADE010	m ³	<p>Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.</p>			
mq01exn020b	0,380	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	54,36	20,66
mo113	0,250	h	Peón ordinario construcción.	18,69	4,67
%	2,000	%	Costes directos complementarios	25,33	0,51
	3,000	%	Costes indirectos	25,84	0,78

Precio total por m ³	26,62
Cantidad de m ³	296,23
Importe total para el proyecto	7.885,64

6 Revestimientos y trasdosados

6.1 Pavimentos interiores

6.1.1 RSB011	m ²	Base para pavimento interior, de 35 mm de espesor, de mortero ligero, CT - C12 - F3 según UNE-EN 13813, aplicado manualmente, sobre lámina de aislamiento para formación de suelo flotante. Incluso banda de panel rígido de poliestireno expandido para la preparación de las juntas perimetrales de dilatación. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la lámina de aislamiento. Incluye: Replanteo y marcado de niveles. Preparación de las juntas perimetrales de dilatación. Formación de maestras. Vertido y extendido del mortero. Regleado del mortero. Curado del mortero. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.		
mt16pea020a	0,100 m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 10 mm de espesor, resistencia térmica 0,25 m ² K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	0,92	0,09
mt09mcp200g	47,250 kg	Mortero ligero, CT - C12 - F3 según UNE-EN 13813, compuesto por cementos, aditivos, áridos y granulados de corcho seleccionados, densidad 1500 kg/m ³ , para espesores hasta 5 cm, usado en nivelación de pavimentos.	0,35	16,54
mq06hor010	0,005 h	Hormigonera.	1,88	0,01
mo020	0,120 h	Oficial 1ª construcción.	19,93	2,39
mo113	0,120 h	Peón ordinario construcción.	18,69	2,24
%	2,000 %	Costes directos complementarios	21,27	0,43
	3,000 %	Costes indirectos	21,70	0,65
		Precio total por m²		22,35
		Cantidad de m²		3200
		Importe total para el proyecto		71.520,00

6.1.2 RSI250	m ²	Revestimiento de pavimento industrial o decorativo, de 3 mm de espesor, realizado sobre base de hormigón endurecido, con el sistema Mapefloor 32 "MAPEI SPAIN", apto para almacenes, mediante la aplicación sucesiva de: imprimación bicomponente a base de resina epoxi, Primer SN "MAPEI SPAIN" (0,58 kg/m ²), mezclada con arena de cuarzo Cuarzo 0,5, "MAPEI SPAIN" (0,12 kg/m ²), espolvoreada superficialmente con arena de cuarzo Cuarzo 0,5, "MAPEI SPAIN" (3 kg/m ²); capa base compuesta por una mezcla de mortero bicomponente, Mapefloor I 300 SL "MAPEI SPAIN", a base de resinas epoxi, incoloro (0,84 kg/m ²), pigmento en pasta Mapecolor Paste "MAPEI SPAIN", del mismo color que la capa de acabado (0,06 kg/m ²) y arena de cuarzo Cuarzo 0,5, "MAPEI SPAIN" (0,34 kg/m ²), espolvoreada superficialmente con arena de cuarzo Cuarzo 0,5, "MAPEI SPAIN" (3 kg/m ²); y capa de acabado compuesta por una mezcla de mortero bicomponente, Mapefloor I 300 SL "MAPEI SPAIN", a base de resinas epoxi, incoloro (0,58 kg/m ²), pigmento en pasta, Mapecolor Paste "MAPEI SPAIN", color RAL 1001 (0,04 kg/m ²) y arena de cuarzo Cuarzo 0,25, "MAPEI SPAIN" (0,03 kg/m ²). Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni la ejecución y el sellado de las juntas. Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de las juntas y paños de trabajo. Aplicación de la imprimación. Espolvoreo con árido. Aplicación de la capa base. Espolvoreo con árido. Aplicación de la capa de acabado. Limpieza final del pavimento. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección		
--------------	----------------	--	--	--

Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

		horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.		
		Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
mt47adm010a	0,580 kg	Imprimación bicomponente a base de resina epoxi, Primer SN "MAPEI SPAIN".	11,75	6,82
mt01adm010b	6,460 kg	Arena de cuarzo Quarzo 0,5, "MAPEI SPAIN", de 0,50 mm de diámetro.	1,08	6,98
mt47adm020a	1,420 kg	Mortero bicomponente, Mapefloor I 300 SL "MAPEI SPAIN", a base de resinas epoxi, incoloro, según UNE-EN 13813.	11,91	16,91
mt47adm005a	0,100 kg	Pigmento en pasta, Mapecolor Paste "MAPEI SPAIN", color RAL 1001, para mezclar con revestimientos elásticos a base de resina epoxi.	21,42	2,14
mt01adm010a	0,030 kg	Arena de cuarzo Quarzo 0,25, "MAPEI SPAIN", de 0,25 mm de diámetro.	0,87	0,03
mo121	0,400 h	Oficial 1ª aplicador de pavimentos industriales.	19,93	7,97
mo122	0,400 h	Ayudante aplicador de pavimentos industriales.	18,92	7,57
%	2,000 %	Costes directos complementarios	48,42	0,97
	3,000 %	Costes indirectos	49,39	1,48
Precio total por m²				50,87
Cantidad de m²				3.200
Importe total para el proyecto				162.784,00

7 Urbanización interior de la parcela

7.1 Pavimentos exteriores

7.1.1 UXC010

m²

Pavimento continuo de hormigón impreso, con juntas, de 10 cm de espesor, realizado con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión; coloreado y endurecido superficialmente mediante espolvoreo con mortero decorativo de rodadura para pavimento de hormigón, color blanco, compuesto de cemento, áridos de sílice, aditivos orgánicos y pigmentos, rendimiento 4,5 kg/m²; acabado impreso en relieve mediante estampación con moldes de goma, previa aplicación de desmoldeante en polvo, color burdeos. Incluso colocación y retirada de encofrados, ejecución de juntas de construcción; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo el pavimento; extendido, regleado y aplicación de aditivos. Limpieza final del hormigón mediante proyección de agua a presión y sellado final mediante aplicación de resina impermeabilizante. Sin incluir la ejecución de la base de apoyo ni la de las juntas de dilatación y de retracción.

Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción, de dilatación y de retracción. Colocación de encofrados. Tendido de niveles. Riego de la superficie base. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Nivelado y fratasado manual del hormigón. Curado del hormigón. Aplicación manual del mortero coloreado endurecedor. Aplicación del desmoldeante hasta conseguir una cubrición total. Impresión del hormigón mediante moldes. Retirada de encofrados. Limpieza de la superficie de hormigón, mediante máquina hidrolimpiadora de agua a presión. Aplicación de la resina de acabado.

Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

mt10hmf010tLb

0,105 m³

Hormigón HM-20/B/20/X0, fabricado en central.

73,13

7,68

mt09wnc011ca

4,500 kg

Mortero decorativo de rodadura para pavimento de hormigón, color blanco, compuesto de cemento, áridos de sílice, aditivos orgánicos y pigmentos.

0,45

2,03

mt09wnc020f

0,200 kg

Desmoldeante en polvo, color burdeos, aplicado en pavimentos continuos de hormigón impreso, compuesto de cargas, pigmentos y aditivos orgánicos.

4,44

0,89

Trabajo final de grado

Trabajo final de grado		Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737		
mt09wnc030a	0,250 kg	Resina impermeabilizante, para el curado y sellado de pavimentos continuos de hormigón impreso, compuesta de resina sintética en dispersión acuosa y aditivos específicos.	8,47	2,12
mq06vib020	0,016 h	Regla vibrante de 3 m.	5,23	0,08
mq08lch040	0,150 h	Hidrolimpiadora a presión.	5,15	0,77
mo041	0,182 h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	19,93	3,63
mo087	0,290 h	Ayudante construcción de obra civil.	18,92	5,49
%	2,000 %	Costes directos complementarios	22,69	0,45
	3,000 %	Costes indirectos	23,14	0,69
Precio total por m²				23,83
Cantidad de m²				900
Importe total para el proyecto				21.447,00

8 Señalización y equipamiento

8.1 Escaleras prefabricadas

8.1.1 SEJ010		Ud	Escalera retráctil extensible de tijera para pared de acero galvanizado, con apertura y cierre manuales, para salvar una altura entre plantas de 220 a 250 cm y para un hueco de 130x70 cm, tapa de madera y cajón de madera, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5. Totalmente montada. Incluye: Replanteo y fijación del cajón. Colocación de la escalera y de la tapa. Sellado de las juntas con silicona neutra. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
mt44etm030j	1,000	Ud	Escalera retráctil extensible de tijera para pared de acero galvanizado, con apertura y cierre manuales, para salvar una altura entre plantas de 220 a 250 cm y para un hueco de 130x70 cm, tapa de madera y cajón de madera para empotrar en soporte.	863,30	863,30
mt15sja100	1,000	Ud	Cartucho de masilla de silicona neutra.	3,13	3,13
mt08aaa010a	0,037	m³	Agua.	1,50	0,06
mt09mif010ca	0,203	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	33,86	6,87
mo011	5,000	h	Oficial 1ª montador.	20,48	102,40
mo080	5,540	h	Ayudante montador.	18,92	104,82
%	2,000 %	%	Costes directos complementarios	1.080,58	21,61
	3,000 %	%	Costes indirectos	1.102,19	33,07
Precio total por Ud					1.135,26
Cantidad de Ud					1
Importe total para el proyecto					1.135,26

9 Instalaciones

9.1 Eléctricas

9.1.1 IEF001		Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 250 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 36,2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 6,91 A, tensión en circuito abierto (Voc) 22,6 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 7,32 A, eficiencia 15,38%, 72 células, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio		
--------------	--	----	---	--	--

			anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1640x992x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 18,15 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación. Conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.		
mt35sol010aBB	1,000	Ud	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 250 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 36,2 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 6,91 A, tensión en circuito abierto (Voc) 22,6 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 7,32 A, eficiencia 15,38%, 72 células, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, capa adhesiva de etilvinilacetato (EVA), capa posterior de polifluoruro de vinilo, poliéster y polifluoruro de vinilo (TPT), marco de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 1640x992x35 mm, resistencia a la carga del viento 245 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 551 kg/m ² , peso 18,15 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores.	242,50	242,50
mo009	0,330	h	Oficial 1ª instalador de captadores solares.	20,48	6,76
mo108	0,330	h	Ayudante instalador de captadores solares.	18,88	6,23
%	2,000	%	Costes directos complementarios	255,49	5,11
	3,000	%	Costes indirectos	260,60	7,82
			Precio total por Ud		268,42
			Cantidad de Ud		100
			Importe total para el proyecto		26.842,00

9.2 Evacuación de aguas

9.2.1 ISB011

m

Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

Incluye: Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación en seco de los tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

mt36tit400g

1,000 Ud

Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro.

0,30

0,30

mt36tit010ge

1,000 m

Tubo de PVC, serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 20% en concepto de accesorios y piezas especiales.

5,88

5,88

mt11var009

0,016 l

Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.

16,54

0,26

mt11var010

0,008 l

Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.

22,91

0,18

Trabajo final de grado

Cálculo estructural de un hangar para Boeing 737

mo008	0,137	h	Oficial 1ª fontanero.	20,48	2,81
mo107	0,068	h	Ayudante fontanero.	18,88	1,28
%	2,000	%	Costes directos complementarios	10,71	0,21
	3,000	%	Costes indirectos	10,92	0,33
Precio total por m					11,25
Cantidad de m					16
Importe total para el proyecto					180,00
9.2.2 ISC010	m		Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro, unión pegada con adhesivo, para recogida de aguas, formado por piezas preformadas, fijadas con gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales. Incluye: Replanteo del recorrido del canalón y de la situación de los elementos de sujeción. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.		
mt36cap010eda	1,100	m	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro, unión pegada con adhesivo, según UNE-EN 607. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	4,95	5,45
mo008	0,200	h	Oficial 1ª fontanero.	20,48	4,10
mo107	0,200	h	Ayudante fontanero.	18,88	3,78
%	2,000	%	Costes directos complementarios	13,33	0,27
	3,000	%	Costes indirectos	13,60	0,41
Precio total por m					14,01
Cantidad de m					128
Importe total para el proyecto					1.793,28

10 Gestión de residuos

10.1 Gestión de tierras

10.1.1 GTA020	m ³		Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km. Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra. Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado. Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.		
mq04cab010c	0,095	h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	44,99	4,27
%	2,000	%	Costes directos complementarios	4,27	0,09
	3,000	%	Costes indirectos	4,36	0,13
Precio total por m³					4,49

	Cantidad de m ³	296,23
	Importe total para el proyecto	1.330,07

10.2 Gestión de residuos vegetales

10.2.1 GVA020	m ³	<p>Transporte con camión de residuos vegetales producidos durante los trabajos de limpieza de solares, poda y tala de árboles, a vertedero específico, situado a 10 km de distancia.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, estimado a partir del peso y la densidad aparente de los diferentes materiales que componen los residuos, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de residuos realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p>		
mq04cap020oa	0,071 h	Camión de transporte de 15 t con una capacidad de 12 m ³ y 2 ejes.	53,34	3,79
%	2,000 %	Costes directos complementarios	3,79	0,08
	3,000 %	Costes indirectos	3,87	0,12
		Precio total por m³		3,99
		Cantidad de m³		1.785
		Importe total para el proyecto		7.122,15

Presupuesto de ejecución material (PEM)	1.515.108,53
--	---------------------

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS QUINCE MIL CIENTO OCHO CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS.

11 Presupuesto de ejecución por contrata con IVA

Presupuesto de ejecución material (PEM)	1.515.108,53
13% de gastos generales	196.964,11
6% de beneficio industrial	90.906,51
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	1.802.979,15
21% IVA	378.625,62
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	2.181.604,77

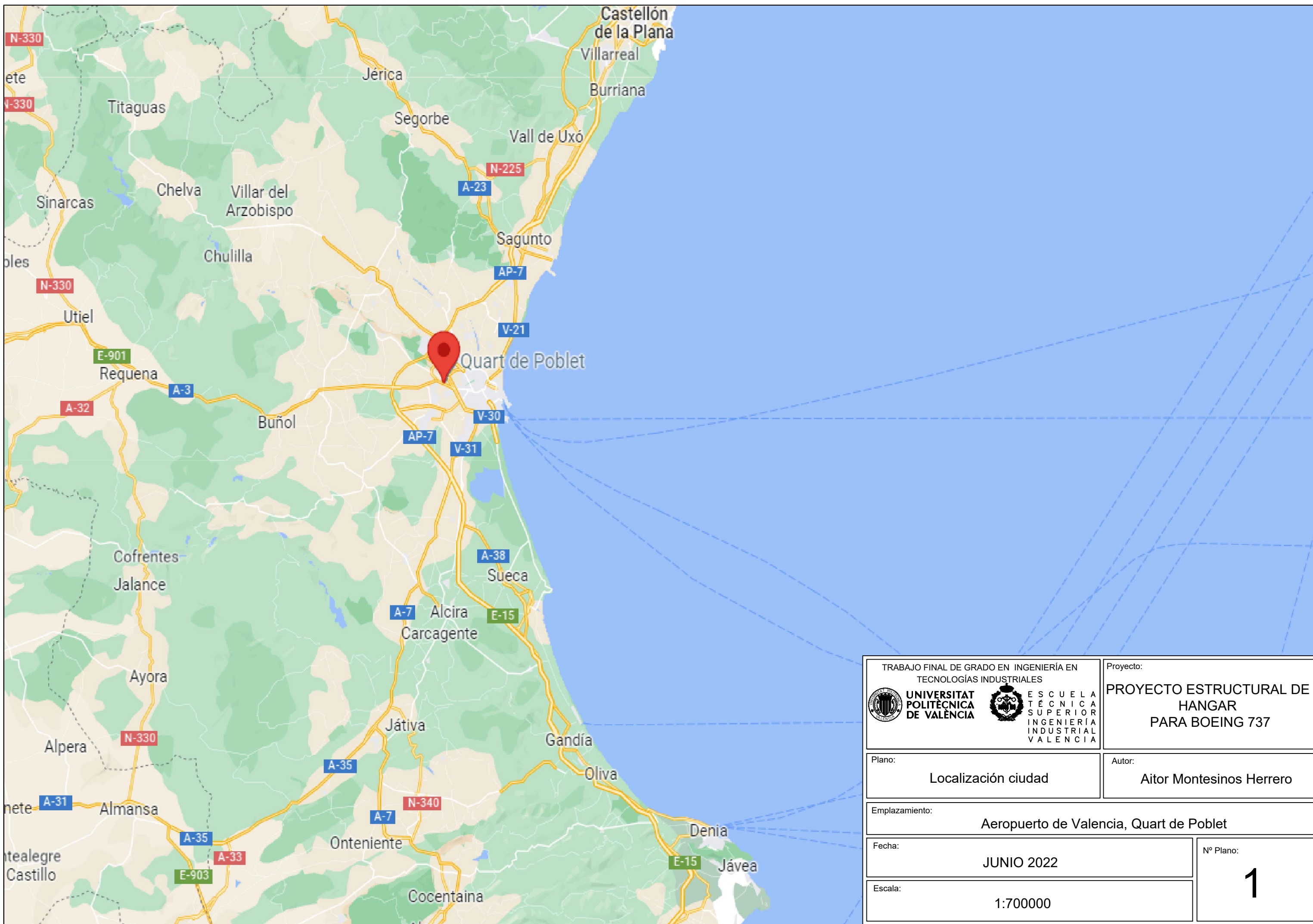
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de DOS MILLONES CIENTO OCHENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CUATRO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS.



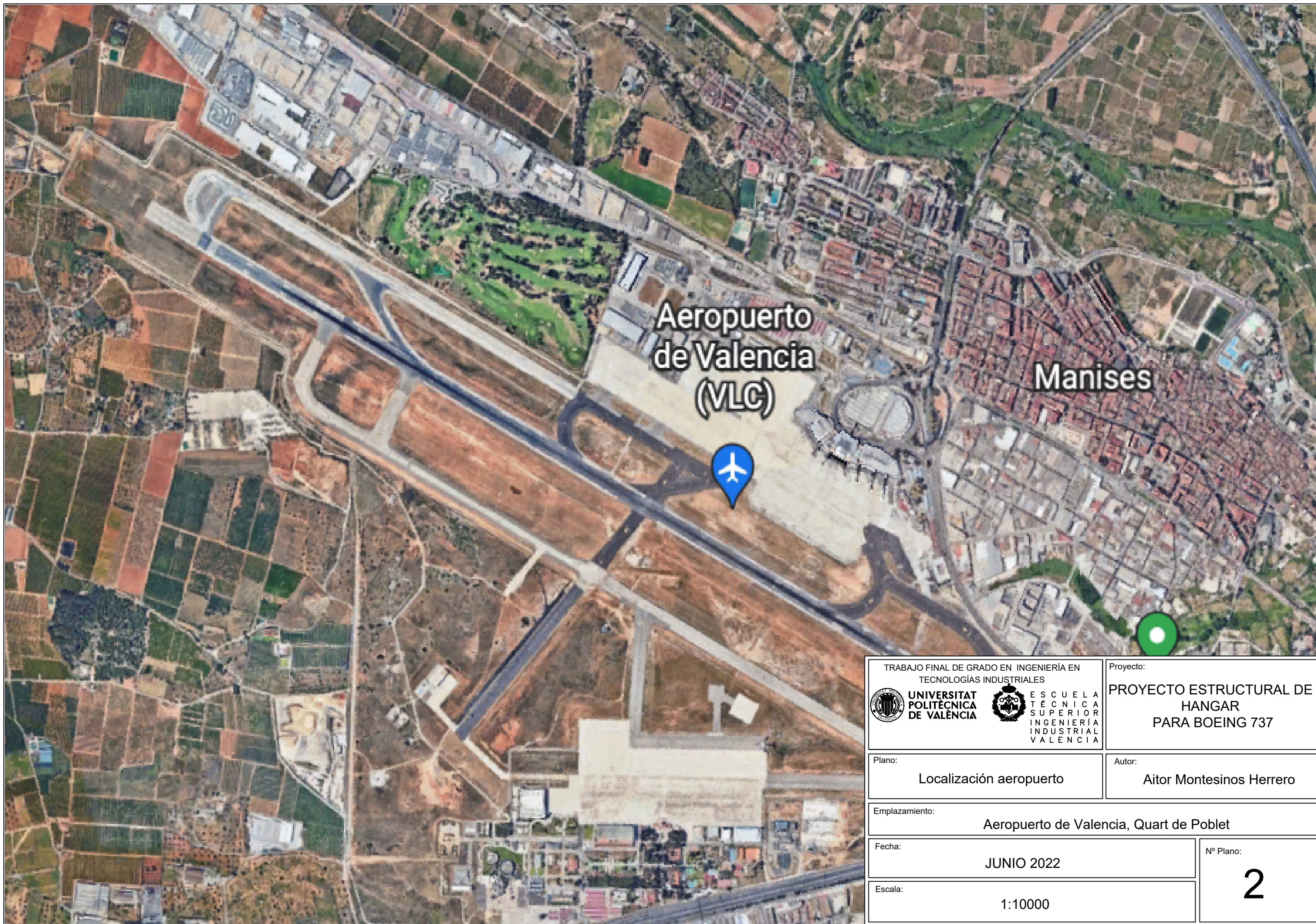
4. Planos

ÍNDICE

1. Localización ciudad
2. Localización aeropuerto
3. Localización parcela
4. Estructura completa
5. Cimentación
6. Distribución zapatas y vigas centradoras
7. Placas de anclaje
- 8.1. Uniones laterales
- 8.2. Uniones pórticos extremos
- 8.3. Uniones cubierta
- 8.4. Uniones forjado
9. Correas
10. Vista pórtico de fachada
11. Vista pórtico trasero
12. Vista pórtico interior
13. Vista penúltimo pórtico
14. Vista lateral
15. Vista forjado
16. Vista cubierta
17. Cerramiento fachada
18. Cerramiento trasero
19. Cerramiento lateral
20. Cerramiento cubierta
21. Distribución perfiles



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano: Localización ciudad		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: 1	
Escala: 1:700000			



**Aeropuerto
de Valencia
(VLC)**

Manises



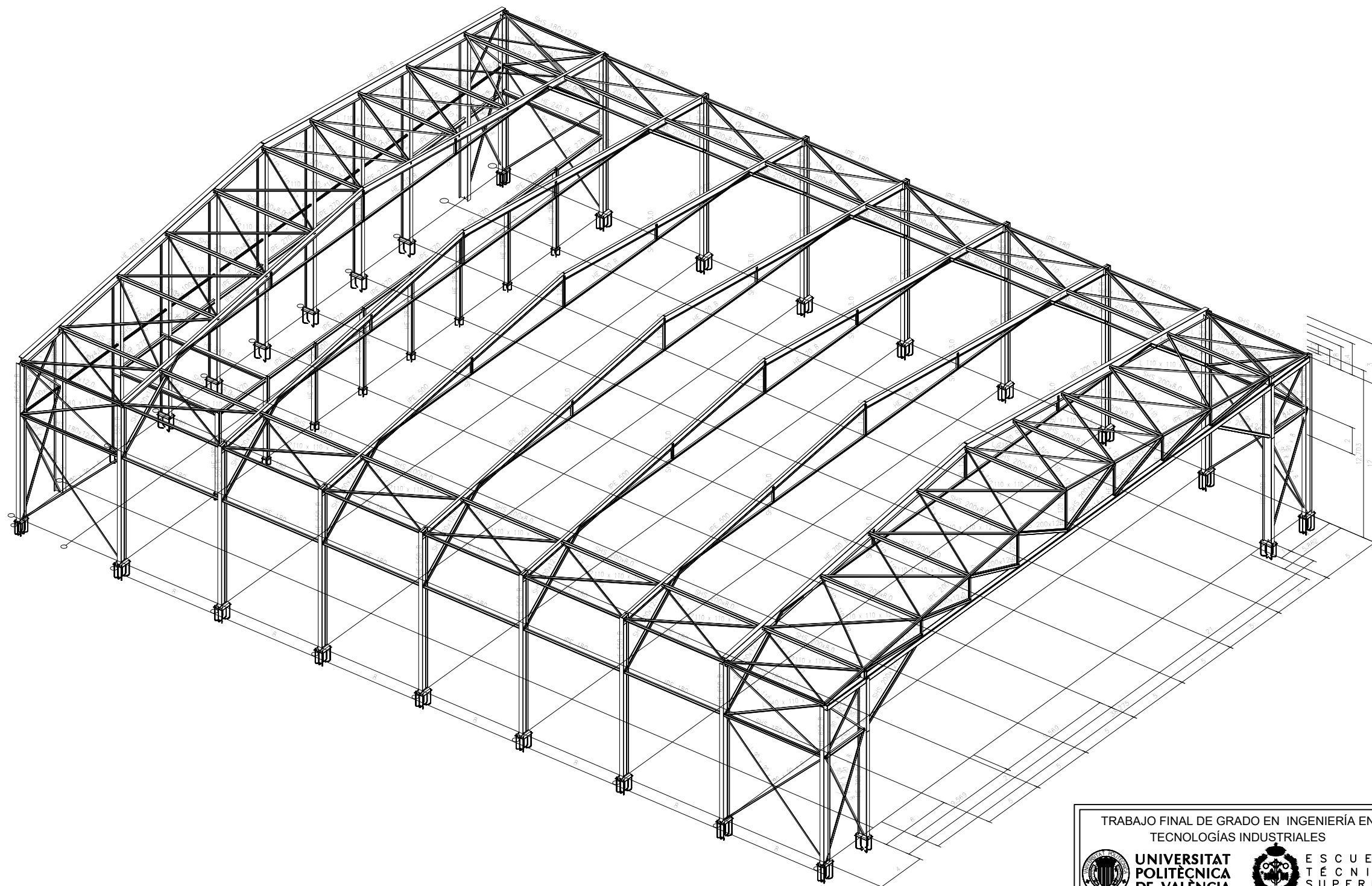
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto:
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano:	Localización aeropuerto	Autor: Aitor Montesinos Herrero
Emplazamiento:	Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet	
Fecha:	JUNIO 2022	Nº Plano: 2
Escala:	1:10000	



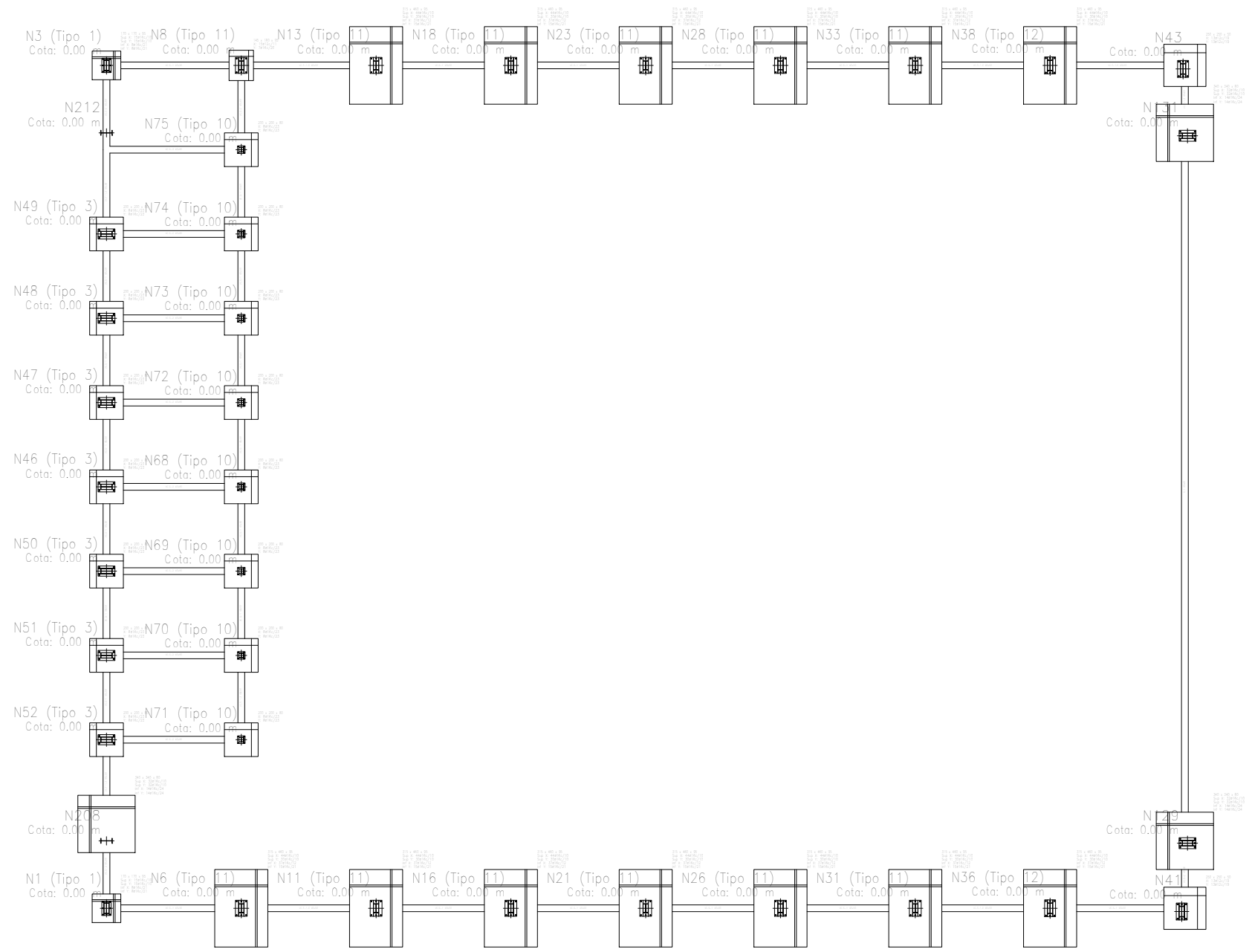
Parcela a edificar

Hangar Mercadona

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto:	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano: Localización parcela		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: 3	
Escala: 1:1000			



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto:	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano:		Autor:	
Estructura completa		Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento:			
Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha:		Nº Plano:	
JUNIO 2022		4	
Escala:			
1:250			



CUADRO DE VIGAS CENTRADORAS

<p>VC.S-1 Arm. sup.: 4Ø16 Arm. inf.: 4Ø16 Arm. piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30</p>	<p>VC.T-1.3 Arm. sup.: 4Ø16 Arm. inf.: 3Ø16 Arm. piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/20</p>	<p>VC.S-2 Arm. sup.: 4Ø20 Arm. inf.: 4Ø20 Arm. piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30</p>
<p>VC.S-3 Arm. sup.: 5Ø25 Arm. inf.: 5Ø25 Arm. piel: 1x2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30</p>		

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1 y N3	170x170	95	8Ø16c/21	8Ø16c/21	15Ø16c/10	15Ø16c/10
N6, N11, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36 y N38	315x460	95	37Ø16c/12	15Ø16c/21	44Ø16c/10	30Ø16c/10
N8	145x180	95	15Ø12c/11	7Ø16c/20		
N41 y N43	250x250	50	13Ø12c/19	13Ø12c/19		
N46, N47, N48, N49, N50, N51, N52, N53, N74, N75, N76, N77, N78, N79, N80 y N81	200x200	80	8Ø16c/23	8Ø16c/23		
N54, N138 y N140	340x340	80	14Ø16c/24	14Ø16c/24	32Ø16c/10	32Ø16c/10

Características de los materiales - Zapatas de cimentación

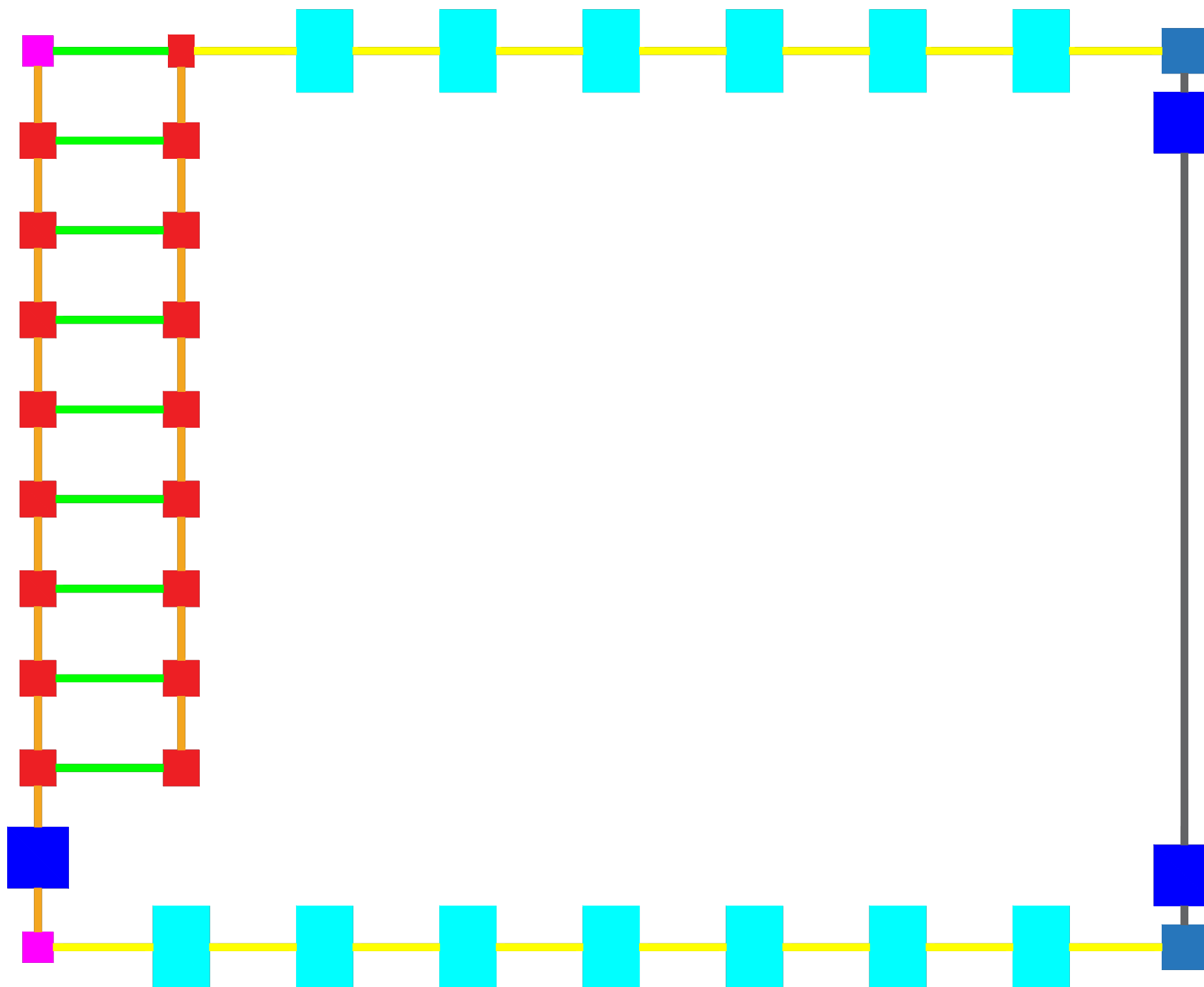
Materiales	Hormigón					Acero		
	Control		Características			Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA-25/B/20/XC2	Plástica o blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_{s=1.15}$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_{c=1.50}$	HA-25/B/20/XC2	Plástica o blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_{s=1.15}$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_{c=1.35}$ $\gamma_{c=1.50}$	Adaptado a la Instrucción CTE Dc-Cimentas					
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza		X0	XC1	XC2	XC3	
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	35	35	


Notas

- Control Estadístico en CE
- Solapes según CE
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

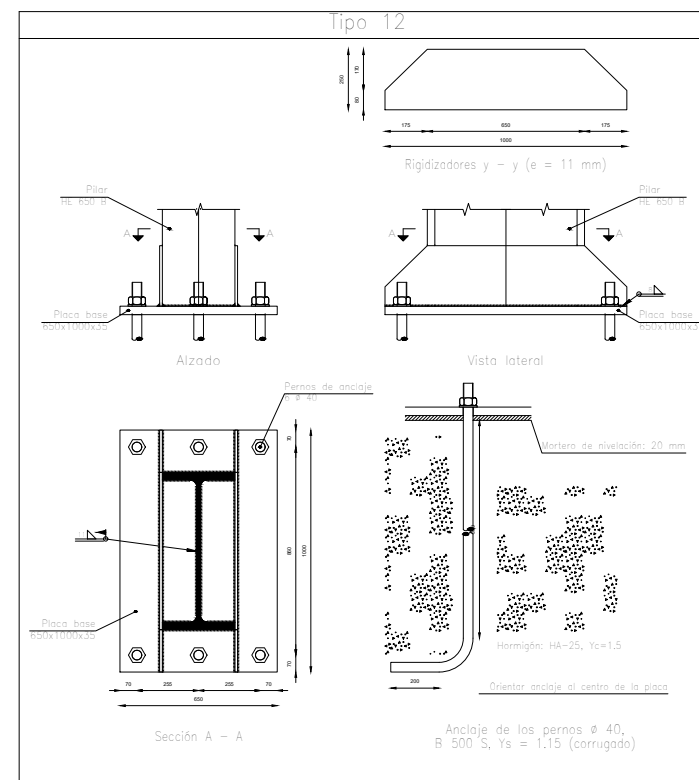
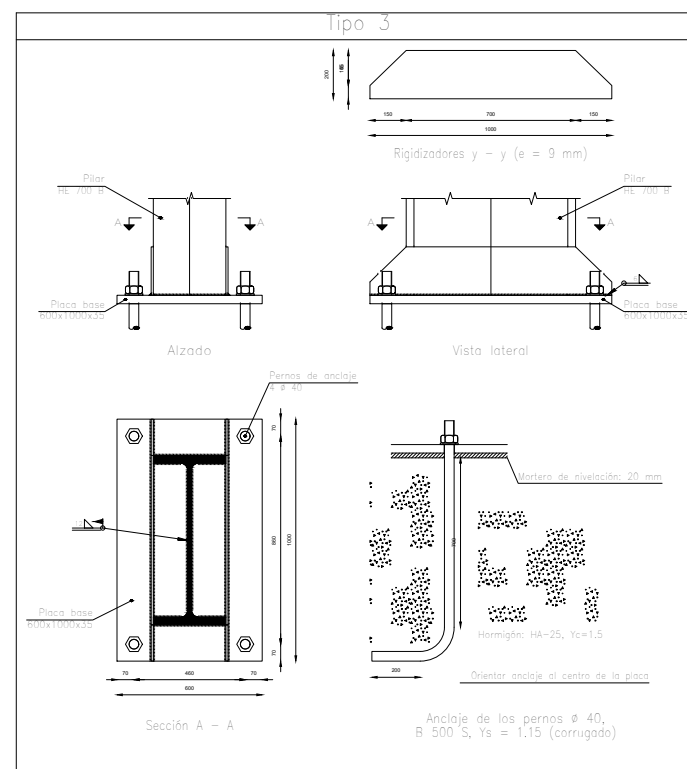
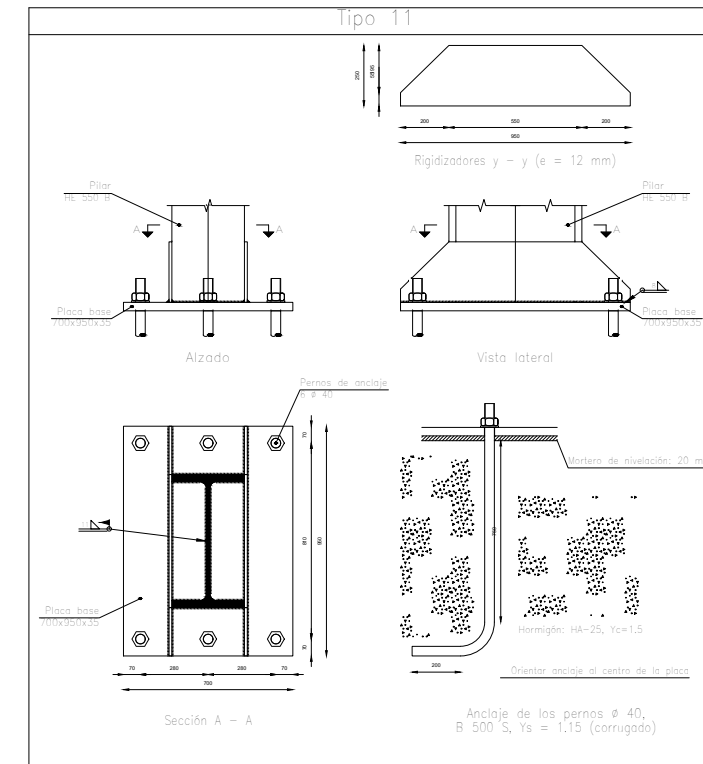
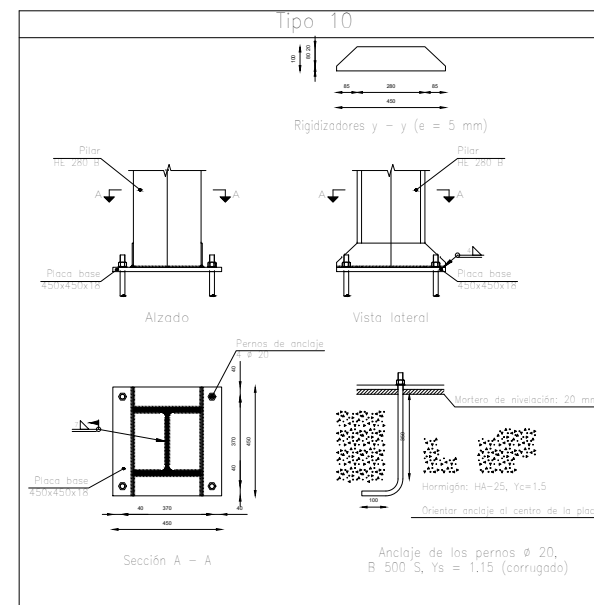
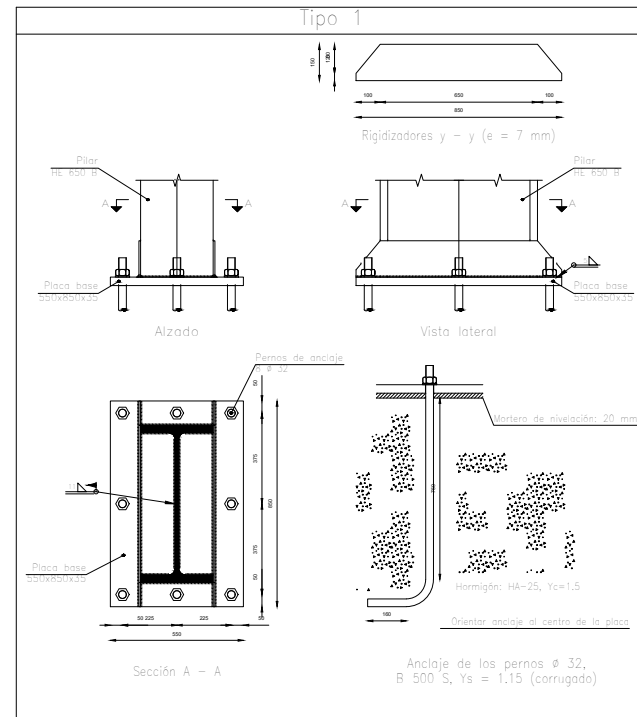
Datos geotécnicos	Recubrimientos nominales
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm ²)	<ol style="list-style-type: none"> - Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. - Recubrimiento superior libre 4/5 cm. - Recubrimiento lateral contacto terreno \geq 8 cm. - Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.

<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p> <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA</p>		<p>Proyecto:</p> <p>PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737</p>
<p>Plano:</p> <p>Cimentación</p>		<p>Autor:</p> <p>Aitor Montesinos Herrero</p>
<p>Emplazamiento:</p> <p>Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet</p>		
<p>Fecha:</p> <p>JUNIO 2022</p>		<p>Nº Plano:</p> <p>5</p>
<p>Escala:</p> <p>1:300</p>		



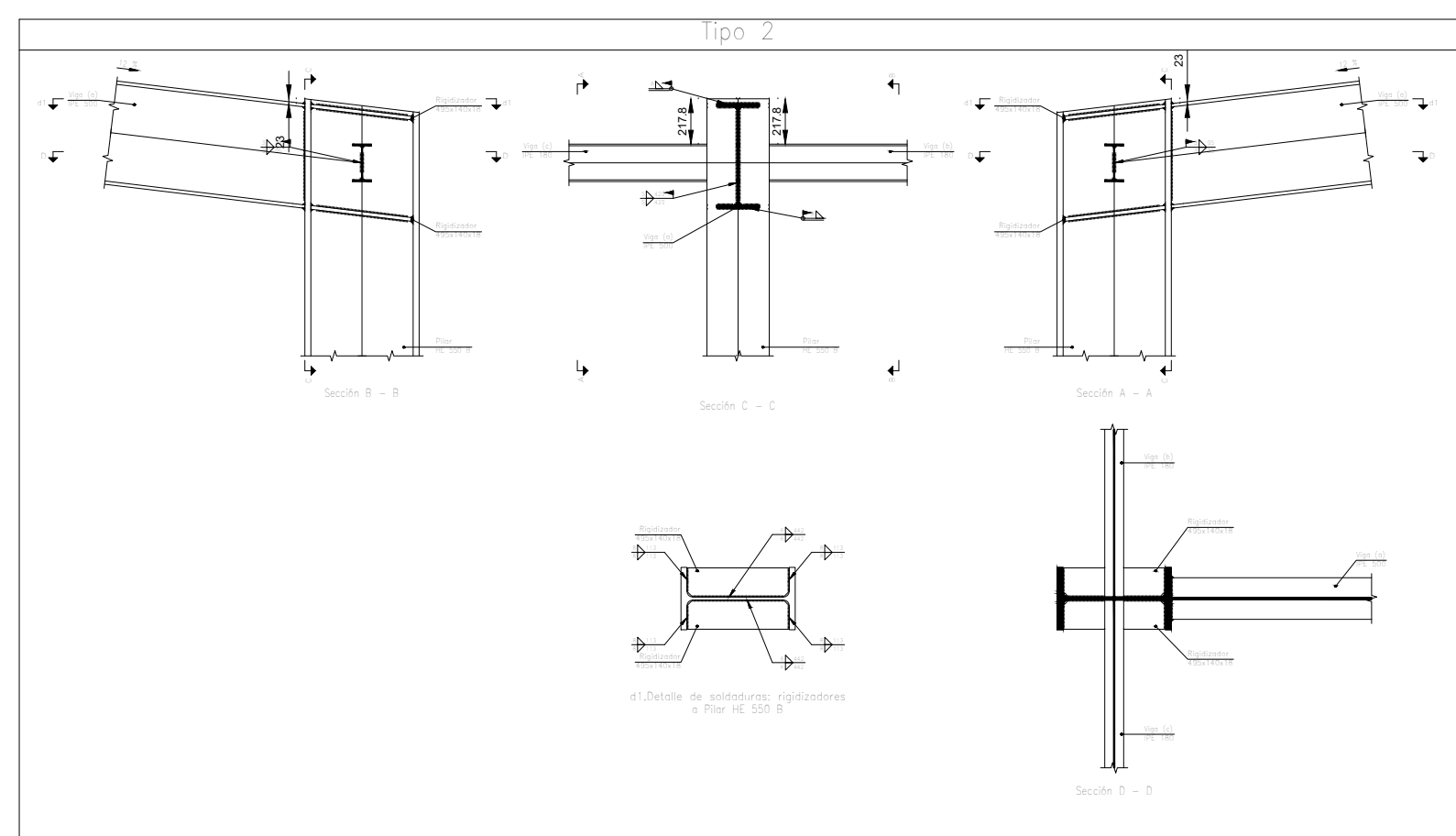
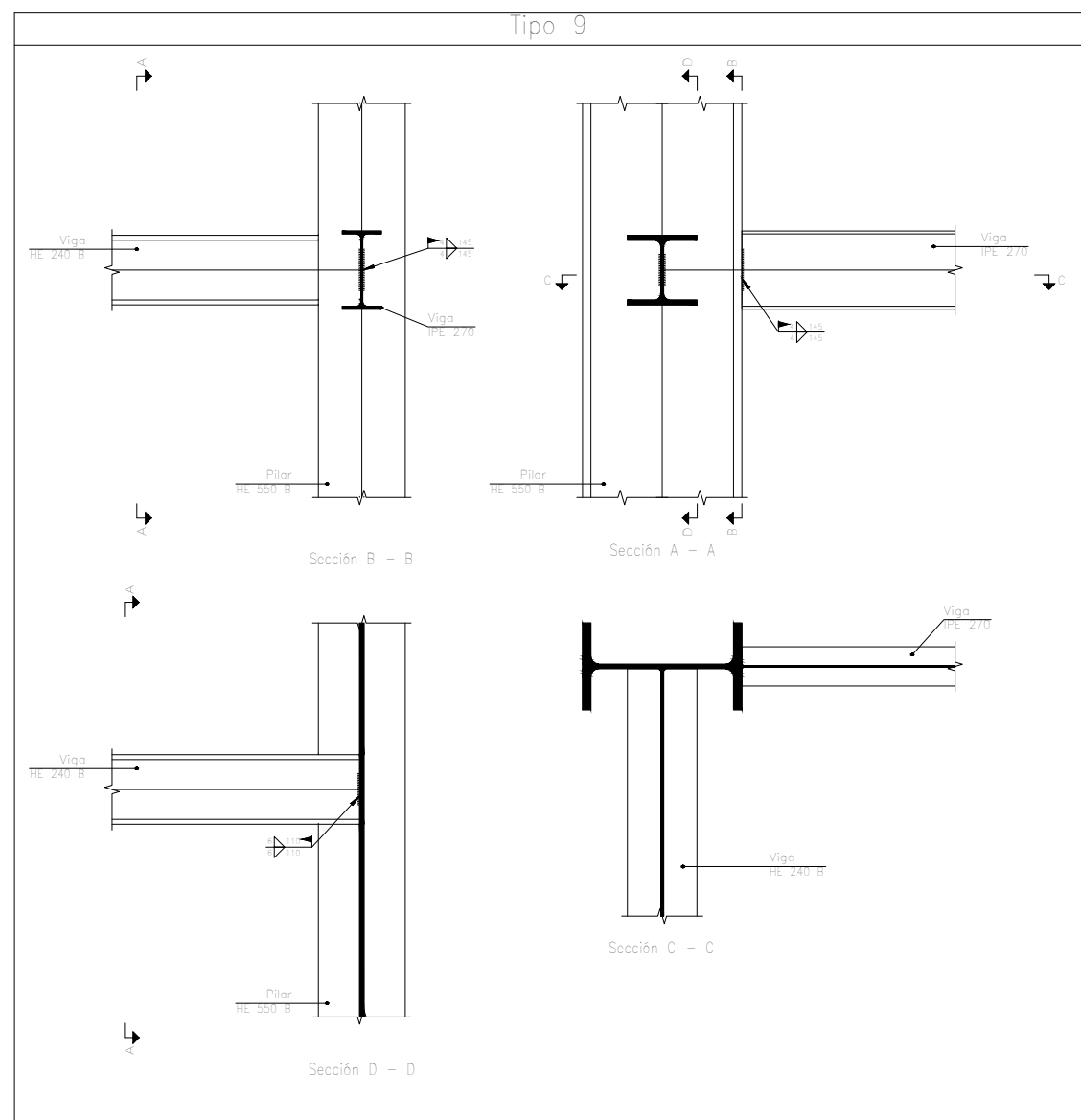
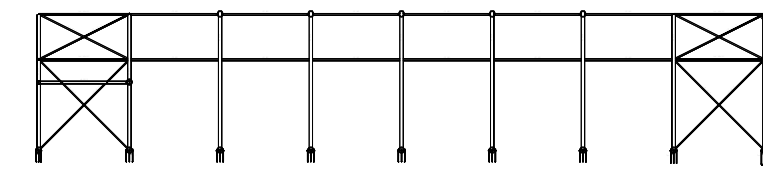
- Zapata tipo 1 
- Zapata tipo 2 
- Zapata tipo 3 
- Zapata tipo 4 
- Zapata tipo 5 
- Viga centradora tipo 1 
- Viga centradora tipo 2 
- Viga centradora tipo 3 
- Viga centradora tipo 4 

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		
Plano: Distribución zapatas y vigas centradoras		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">6</div>	
Escala: 1:250			

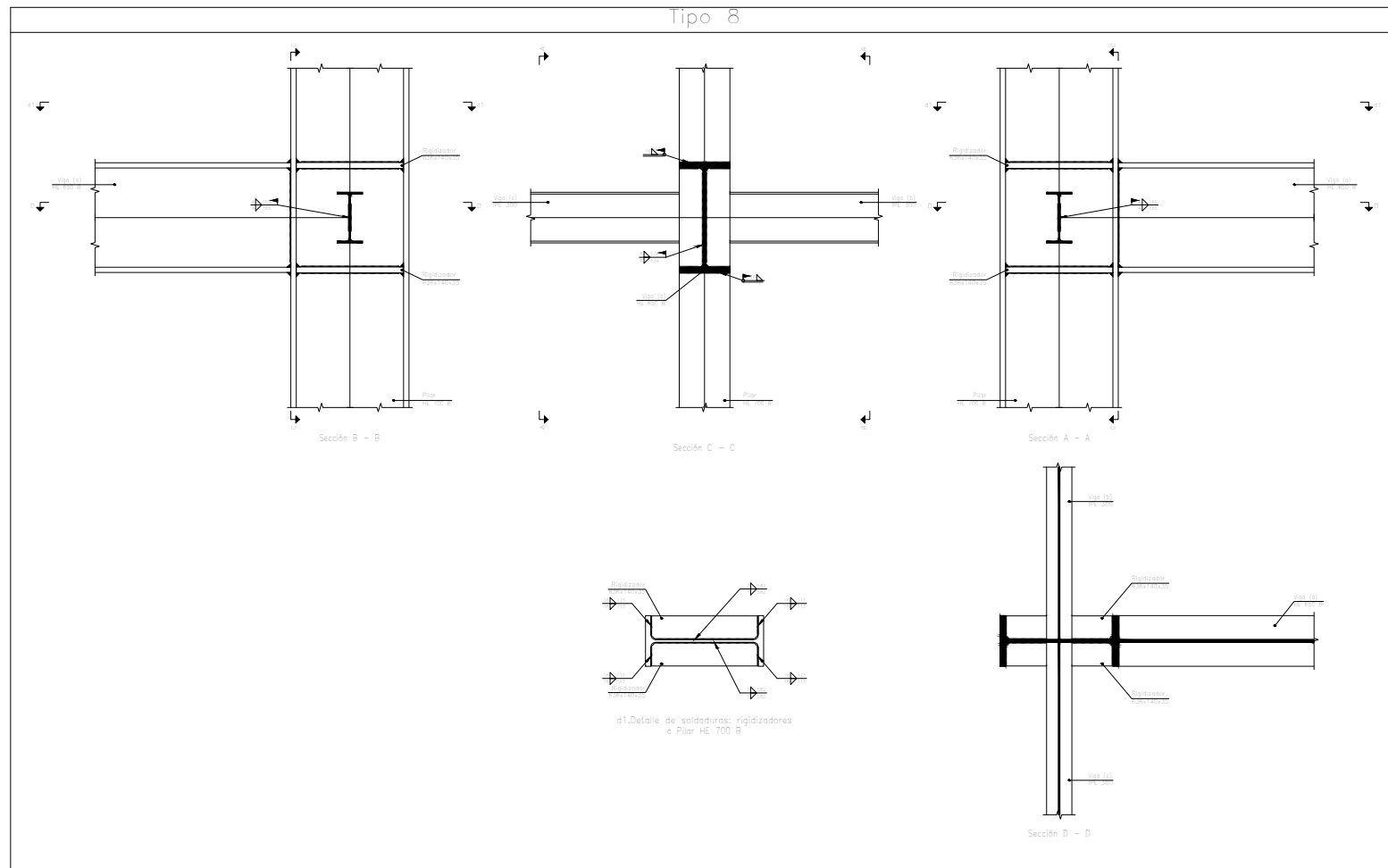
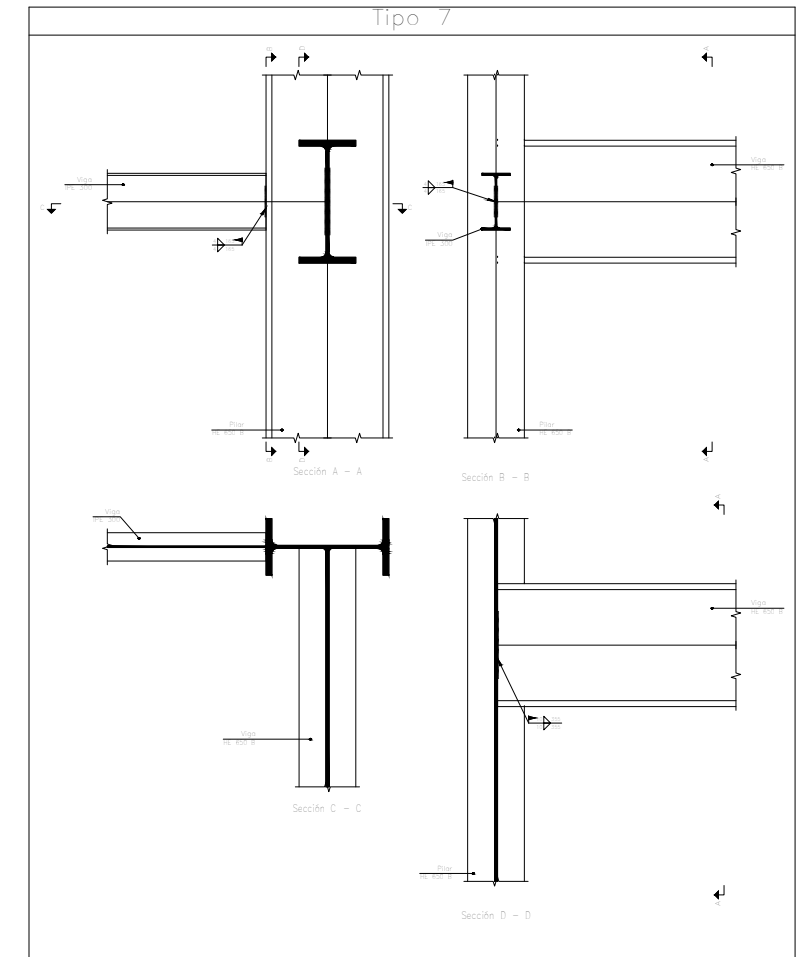
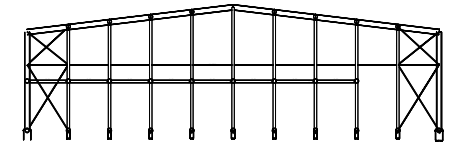
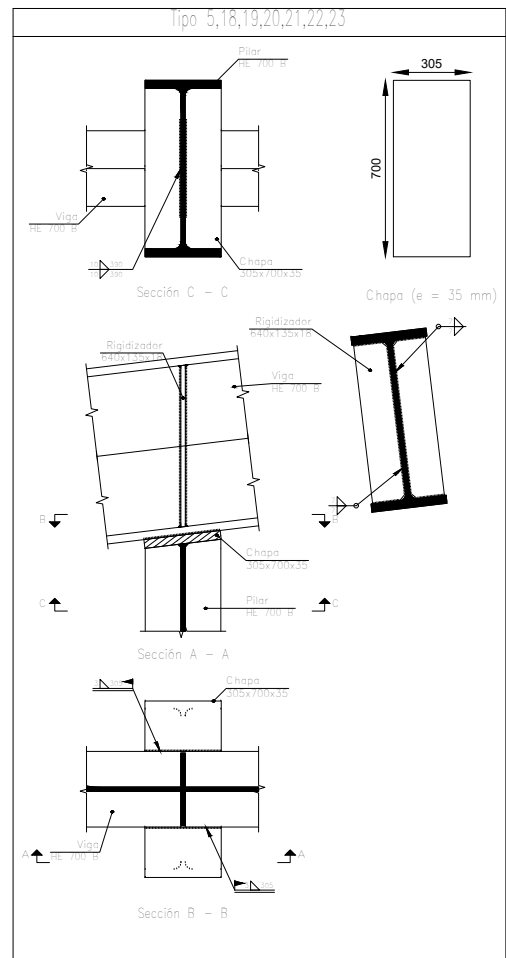
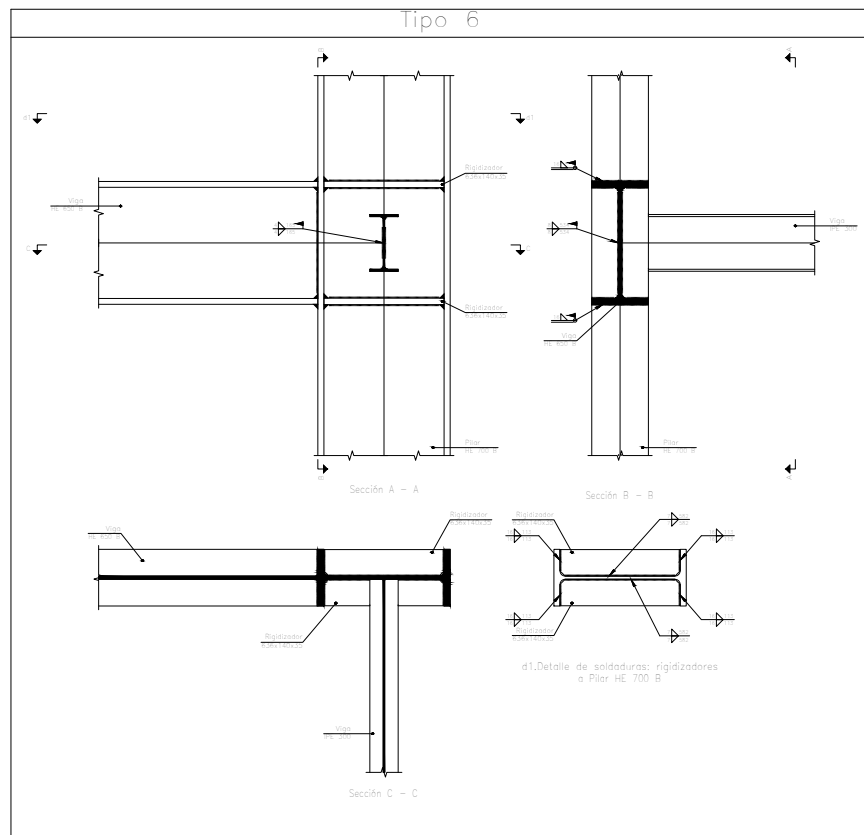




Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N8, N13, N41, N129, N18, N23, N28, N33, N31, N26, N21, N43, N131, N16, N11 y N6	6 Pernos Ø 40	Placa base (700x950x35)
N38 y N36	6 Pernos Ø 40	Placa base (650x1000x35)
N3 y N1	8 Pernos Ø 32	Placa base (550x850x35)
N49, N48, N47, N46, N50, N51 y N52	4 Pernos Ø 40	Placa base (600x1000x35)
N71, N70, N69, N68, N72, N73, N74 y N75	4 Pernos Ø 20	Placa base (450x450x18)

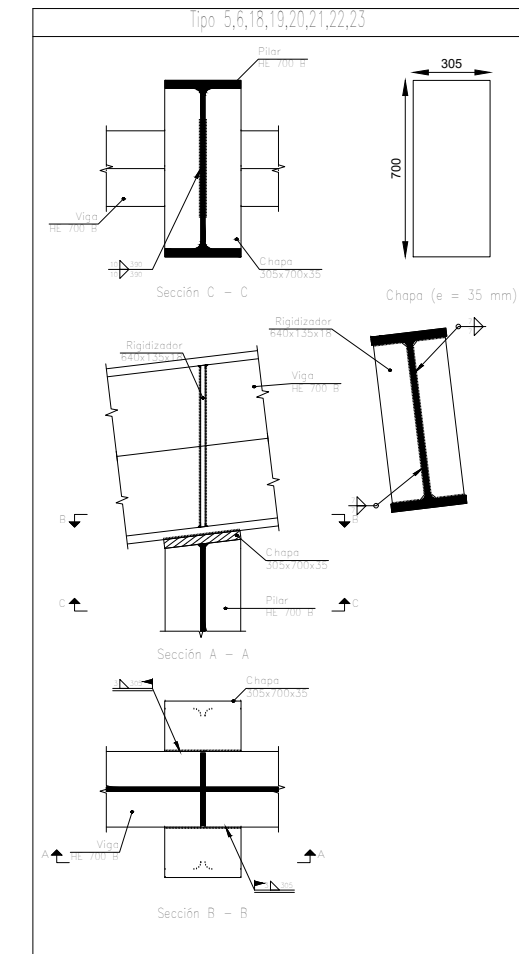
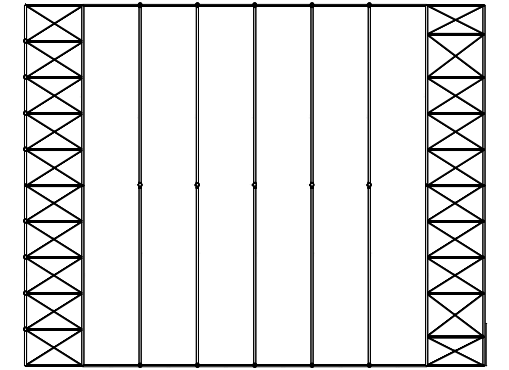
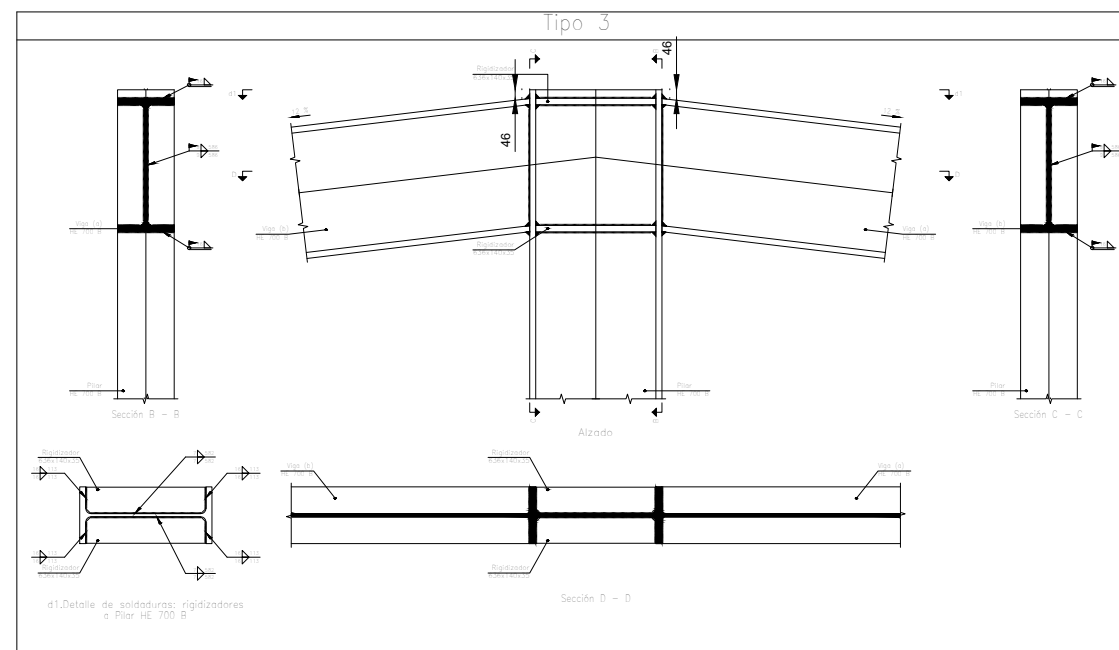
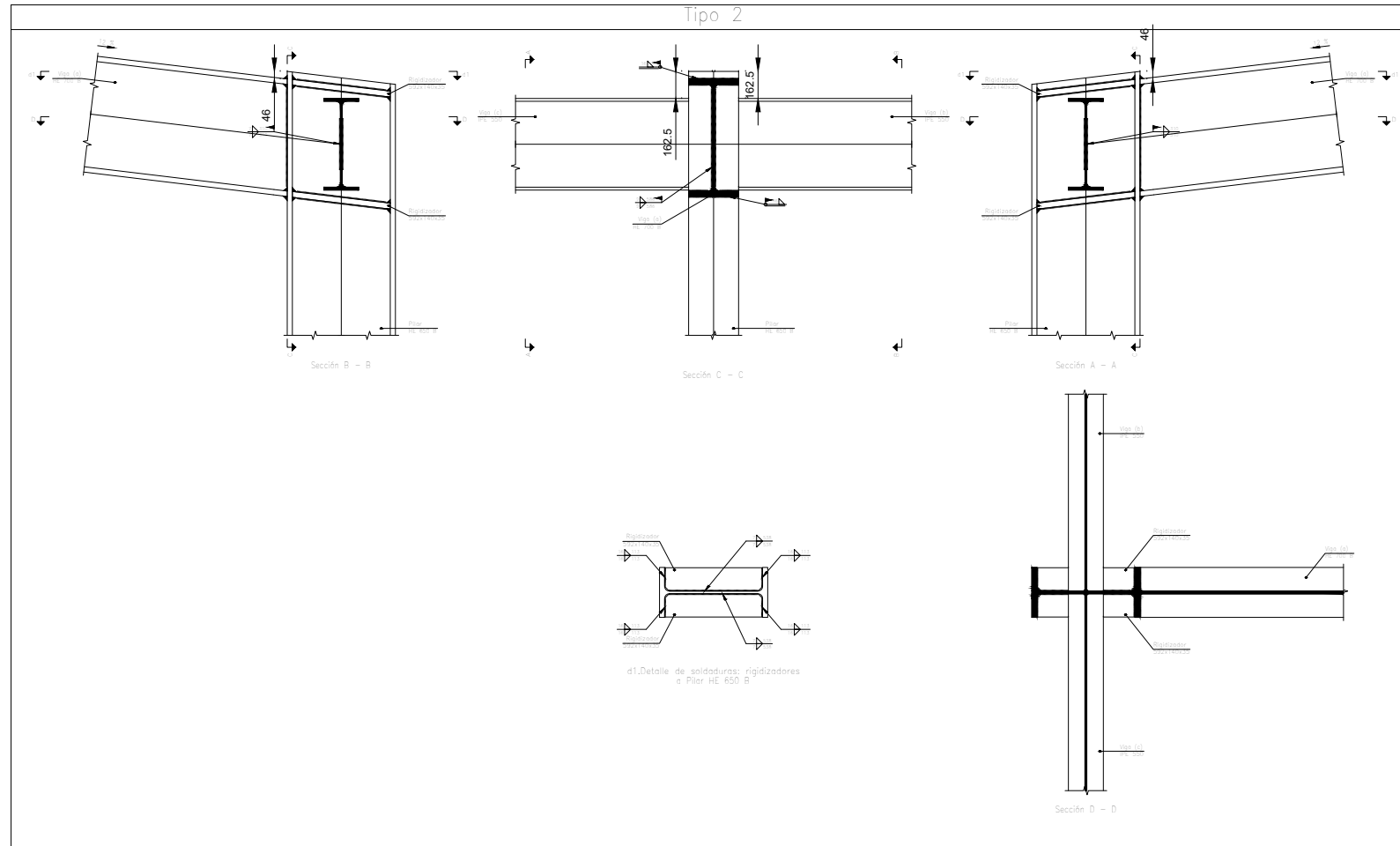
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES 		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano: Placas de anclaje		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: 7	
Escala: 1:50			



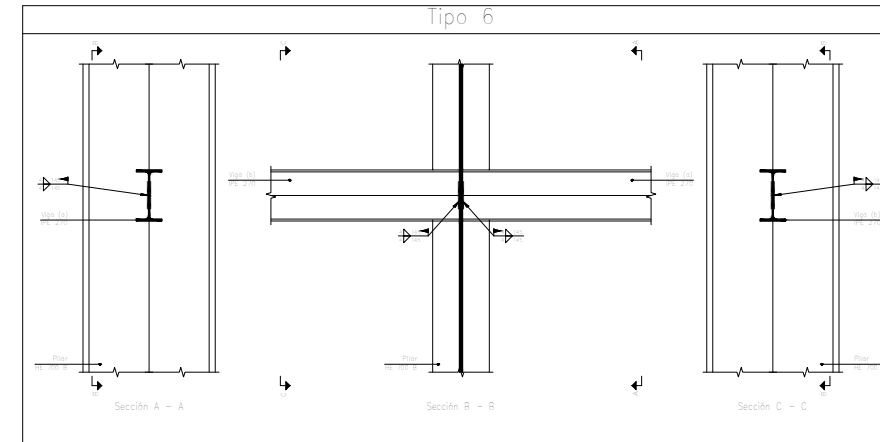
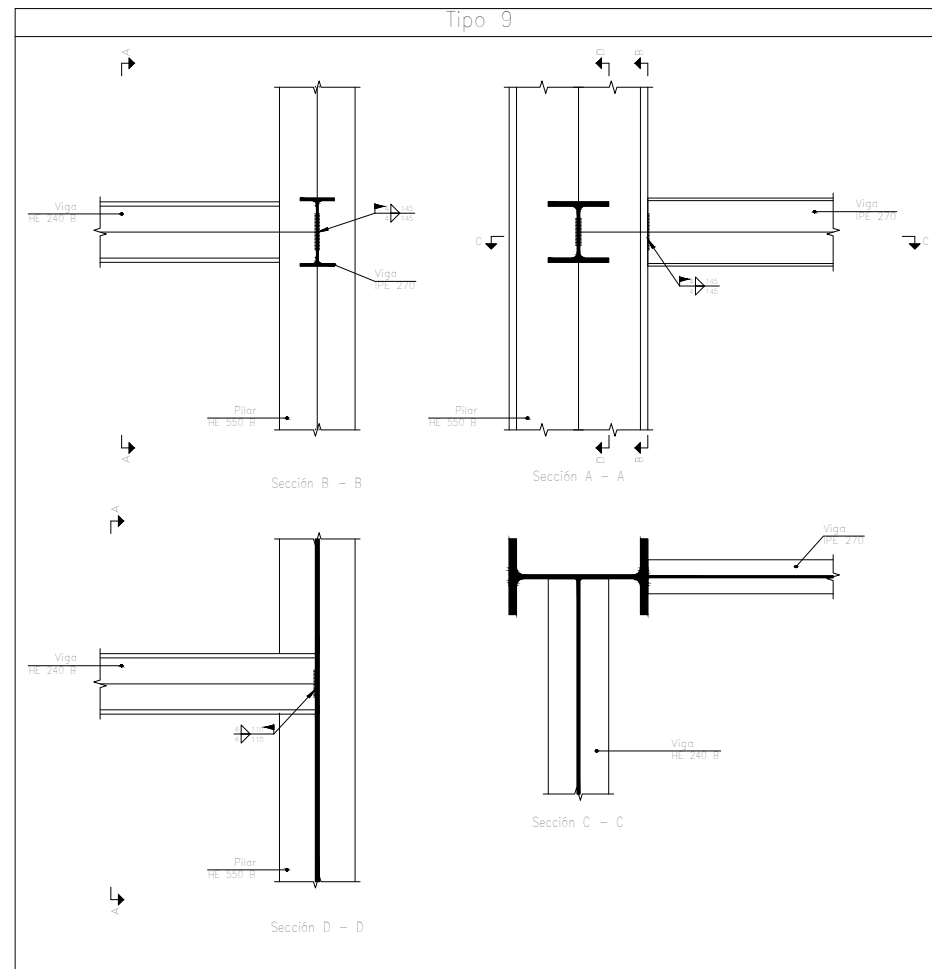
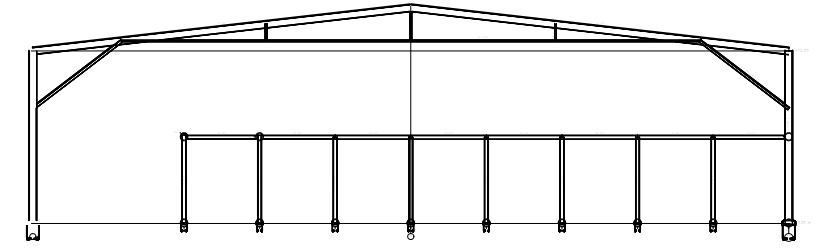
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Uniones laterales	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 8.1	
Escala: 1:30		





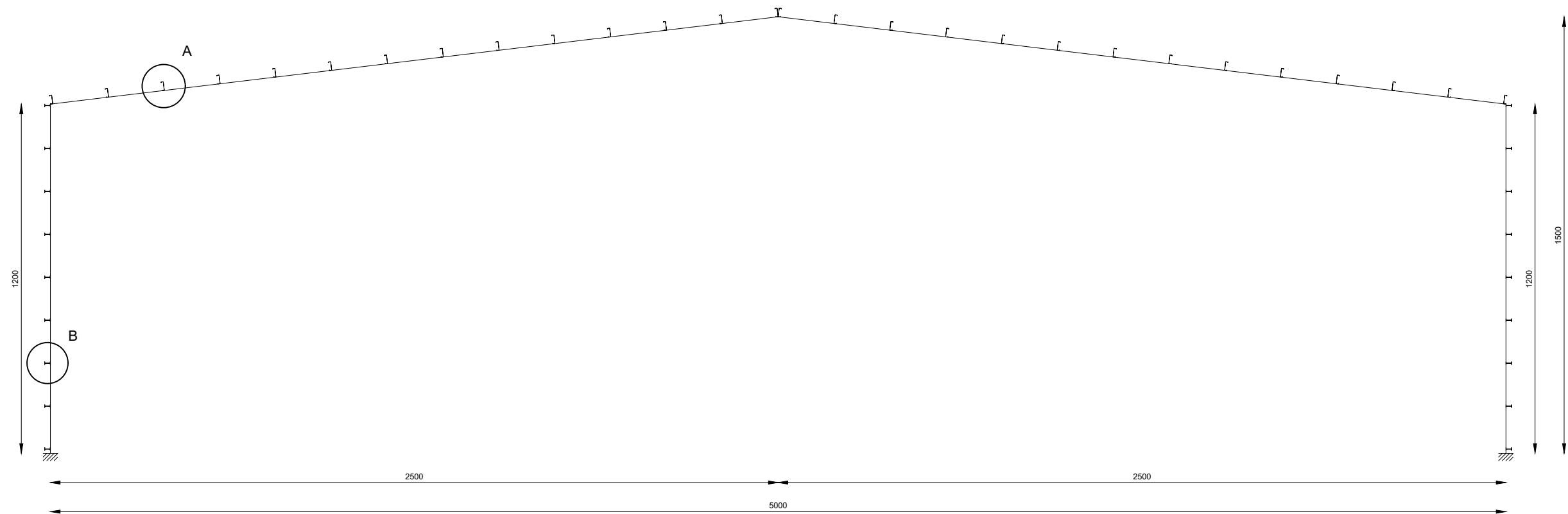
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Uniones pórticos extremos	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 8.2	
Escala: 1:50		



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano: Uniones cubierta		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: 8.3	
Escala: 1:50			



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Uniones forjado	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 8.4	
Escala: 1:50		




A

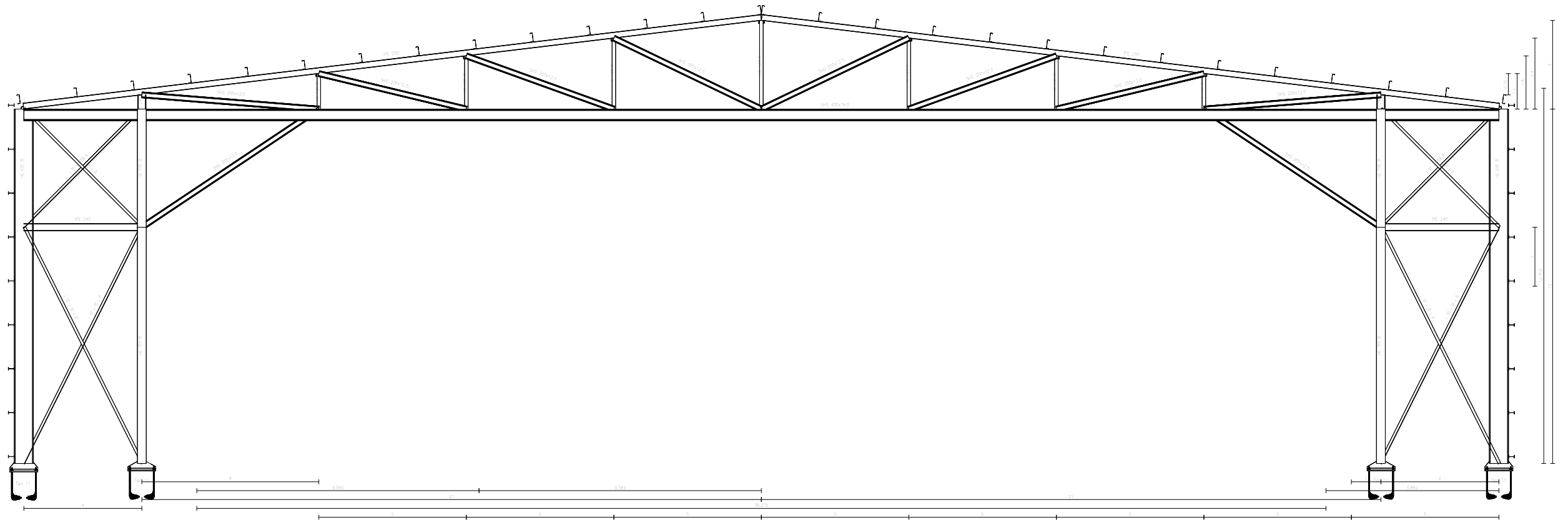
B





Correas en cubiertas
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-300x3.0
 Separación: 2.00 m.
 Número de correas: 28
 Peso lineal: 323.17 kg/m

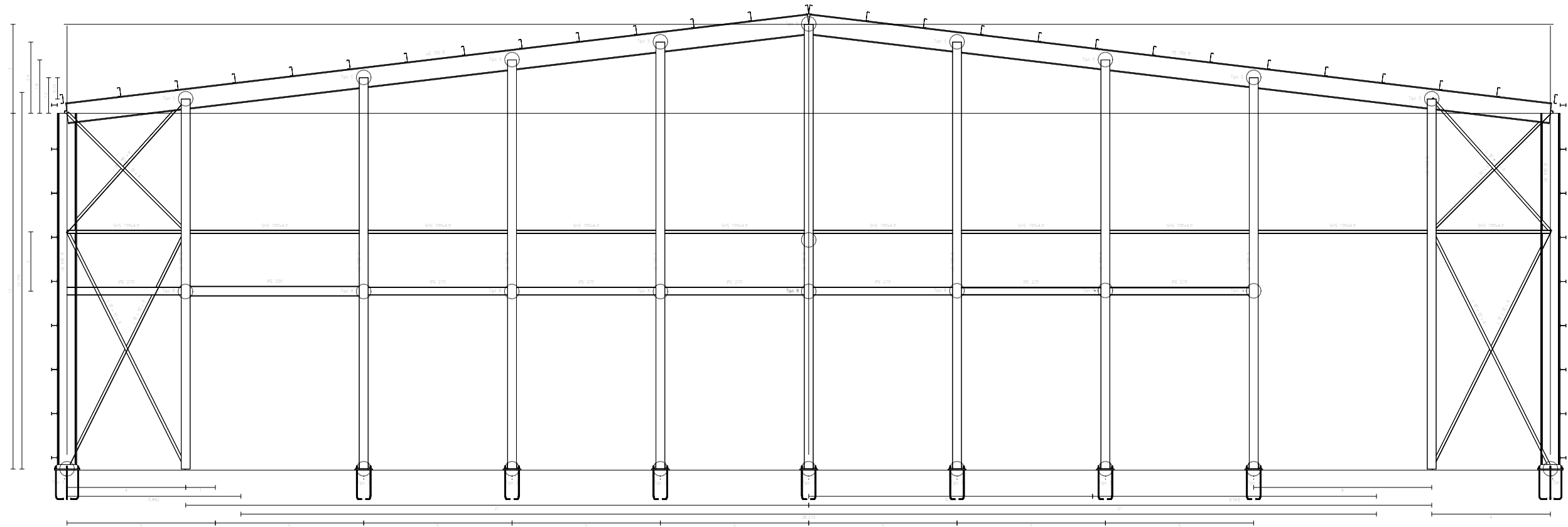
Correas en laterales
 Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: IPE 200
 Separación: 1.50 m.
 Número de correas: 18
 Peso lineal: 402.70 kg/m



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES 		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Correas	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 9	
Escala: 1:150		

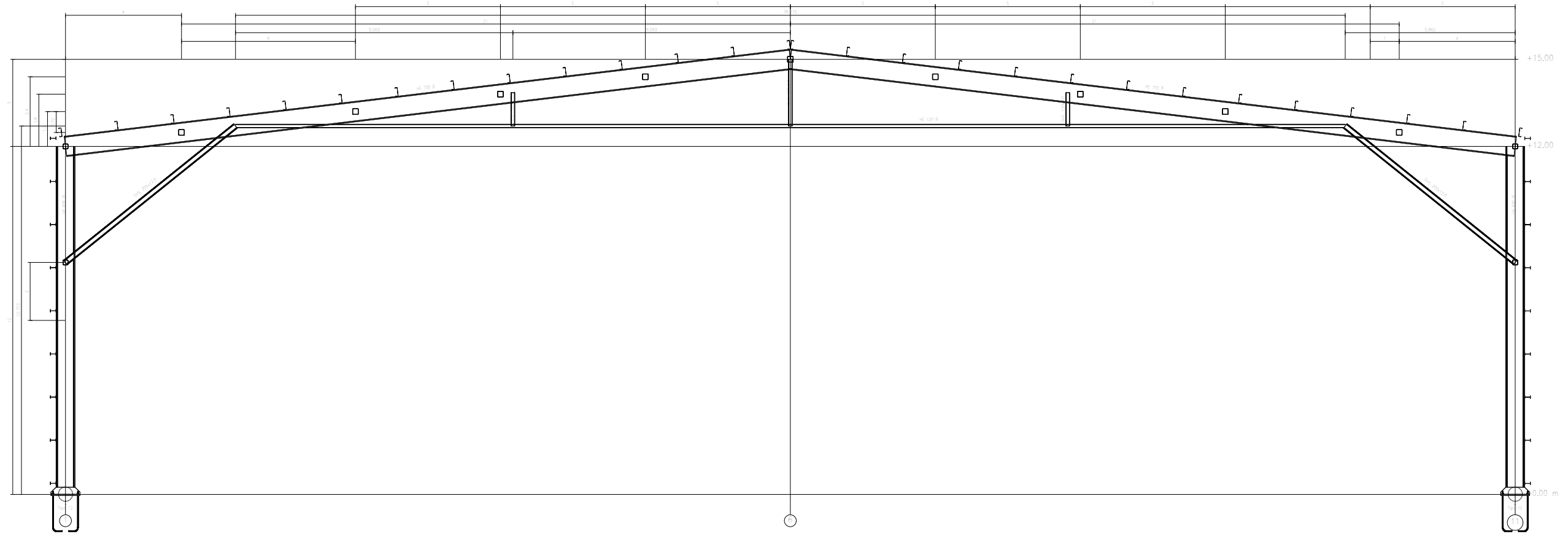




TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Vista pórtico de fachada	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	N° Plano: 10	
Escala: 1:150		

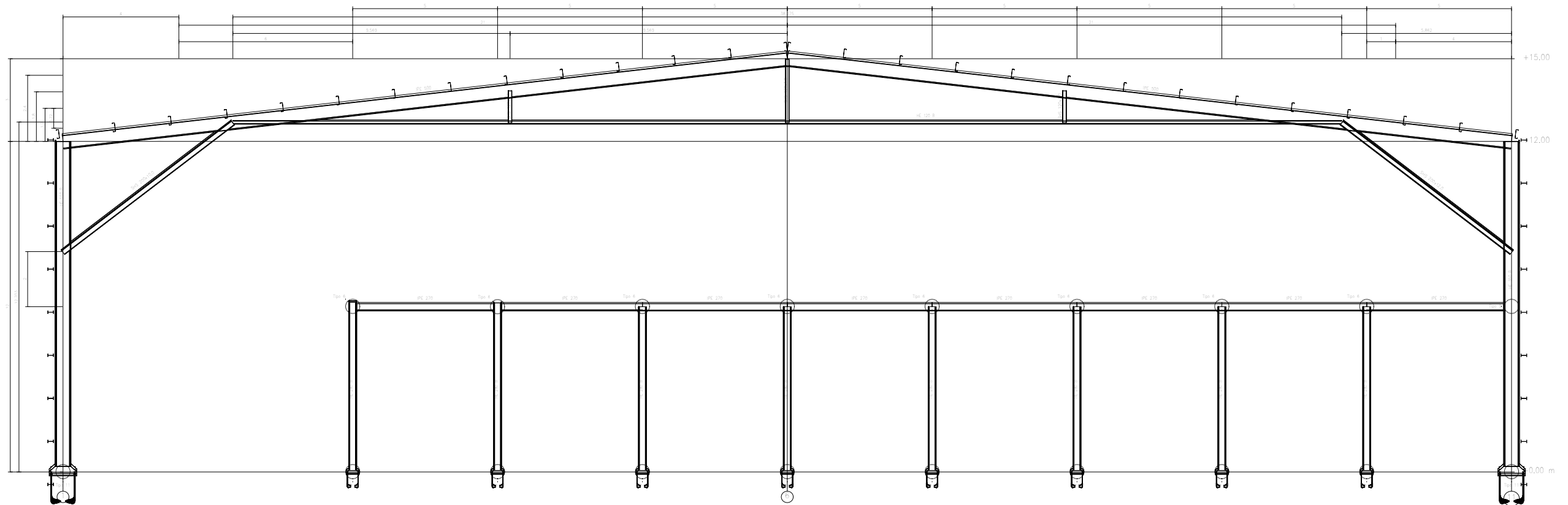
2D: Pórtico trasero





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto:	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano: Vista pórtico trasero		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: 11	
Escala: 1:150			

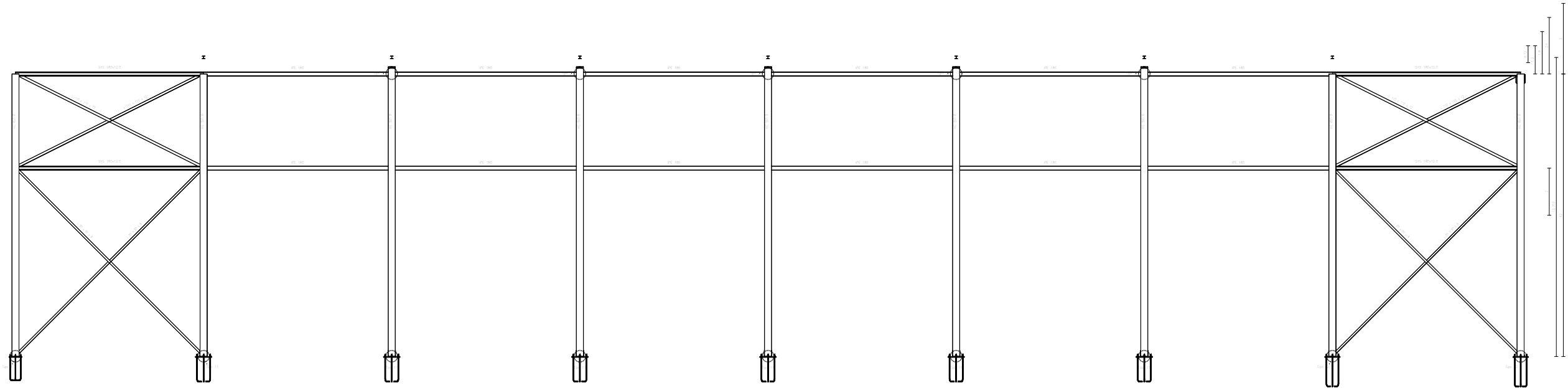


TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Vista pórtico interior	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 12	
Escala: 1:150		

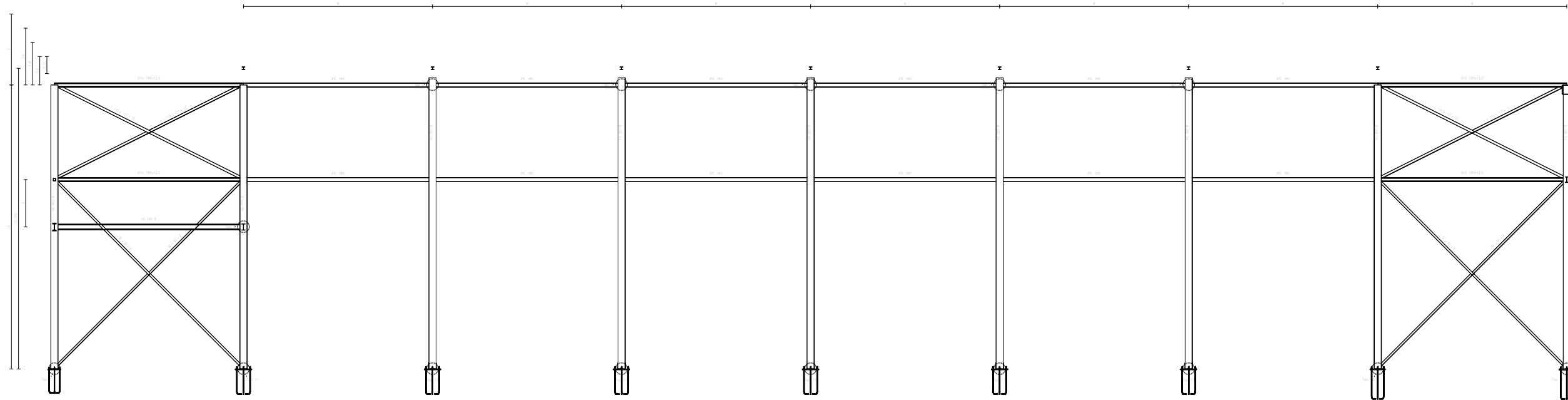




TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Vista penúltimo pórtico	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 13	
Escala: 1:150		

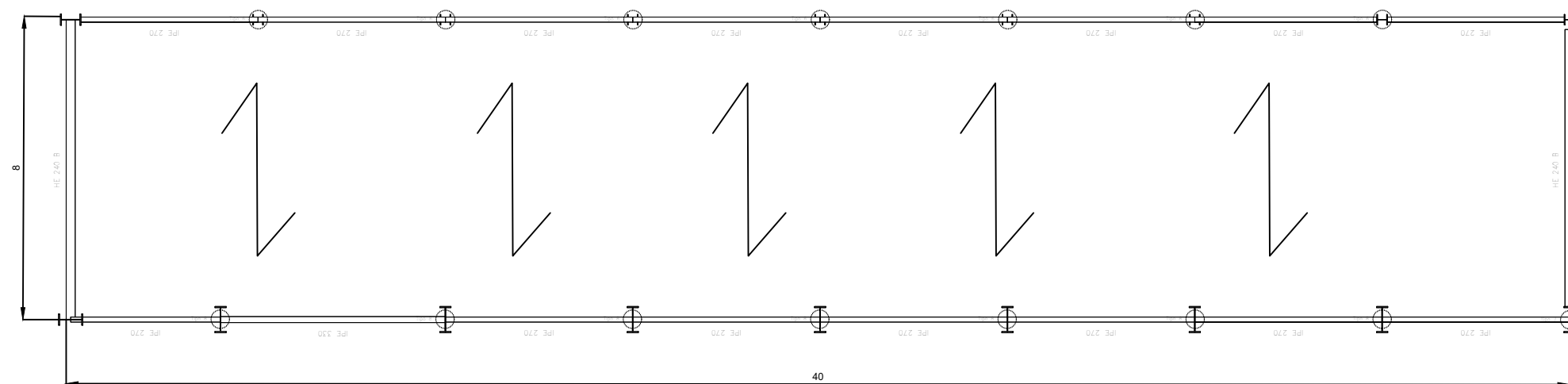
2D: lateral izquierdo



2D: Lateral derecho

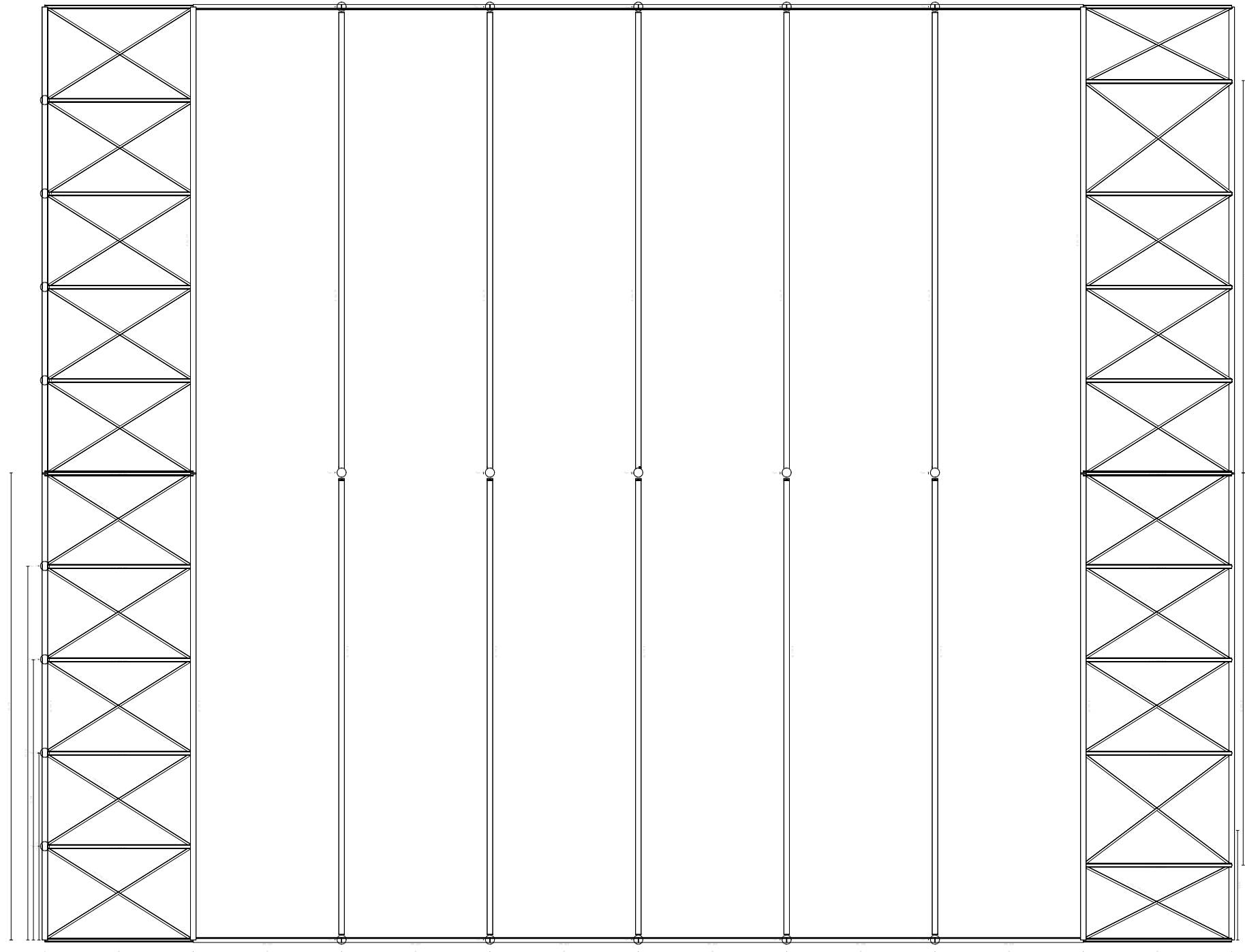




TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES		Proyecto:	
 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA	PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737	
Plano: Vista lateral		Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet			
Fecha: JUNIO 2022		Nº Plano: 14	
Escala: 1:200			

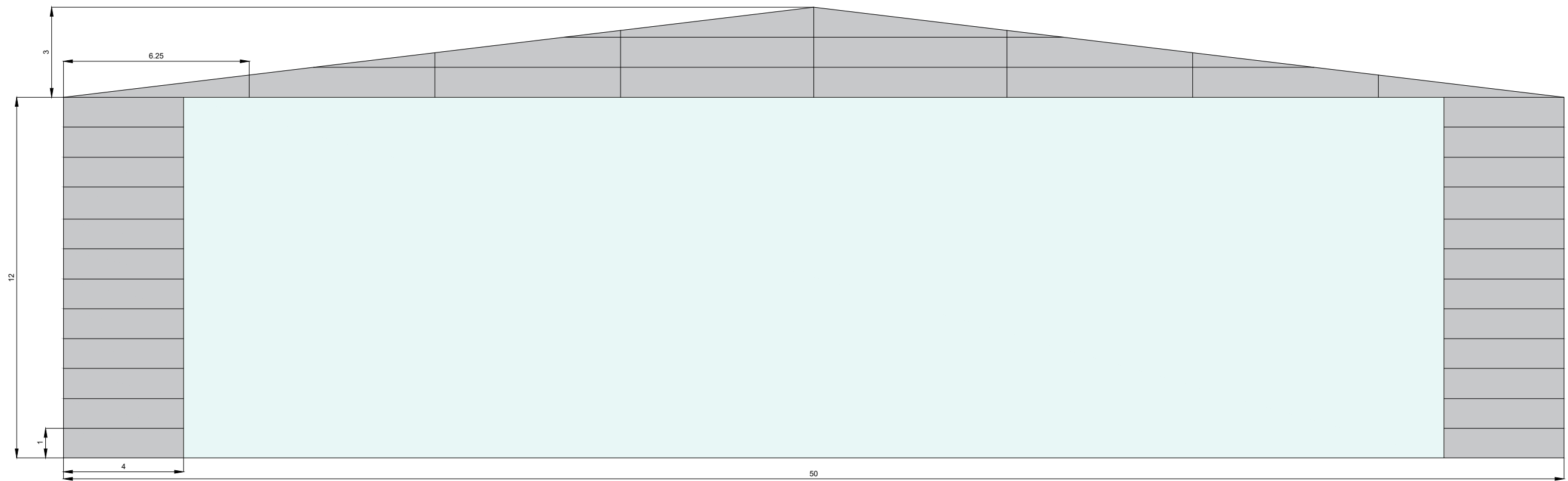




Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275
 Longitud de 8 x 40 m
 Superficie de 320 m²
 Peso propio: 3.5 kN/m²
 Sobrecarga de uso: 2 kN/m²
 Categoría de uso de tipo B(zonas administrativas)

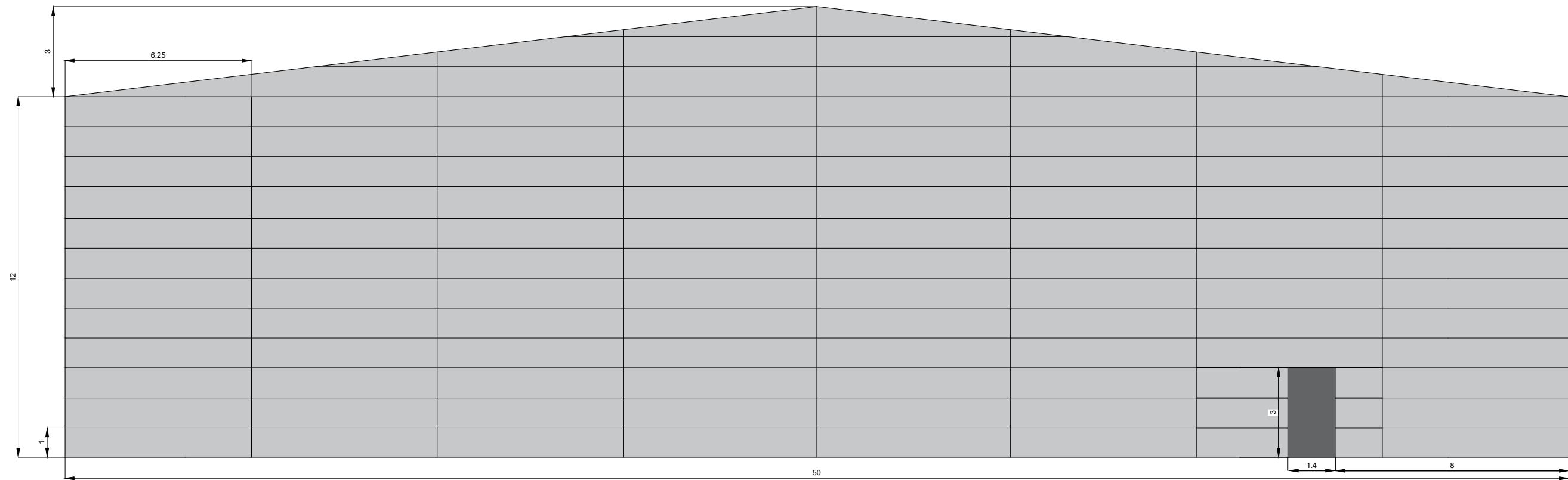
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Vista forjado	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 15	
Escala: 1:150		





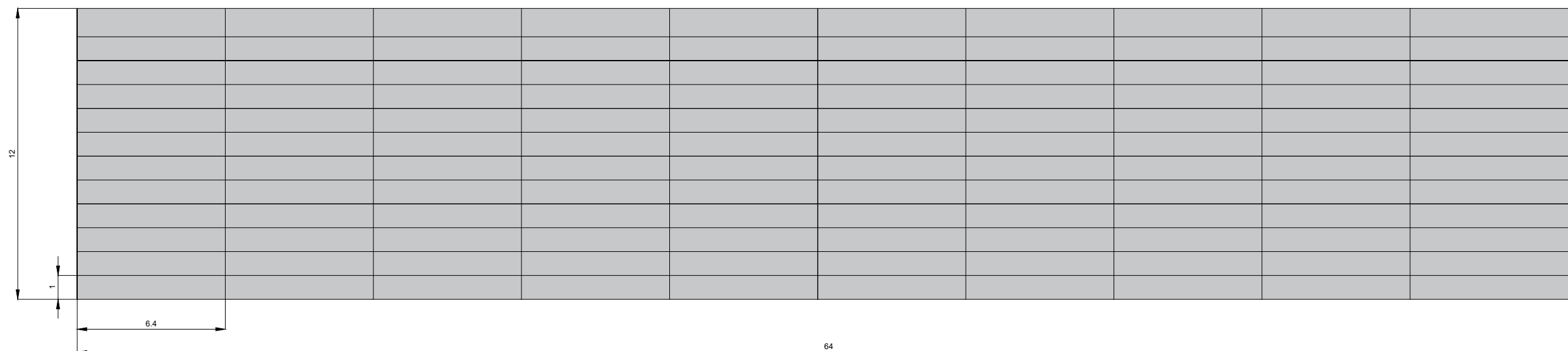
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Vista cubierta	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 16	
Escala: 1:250		





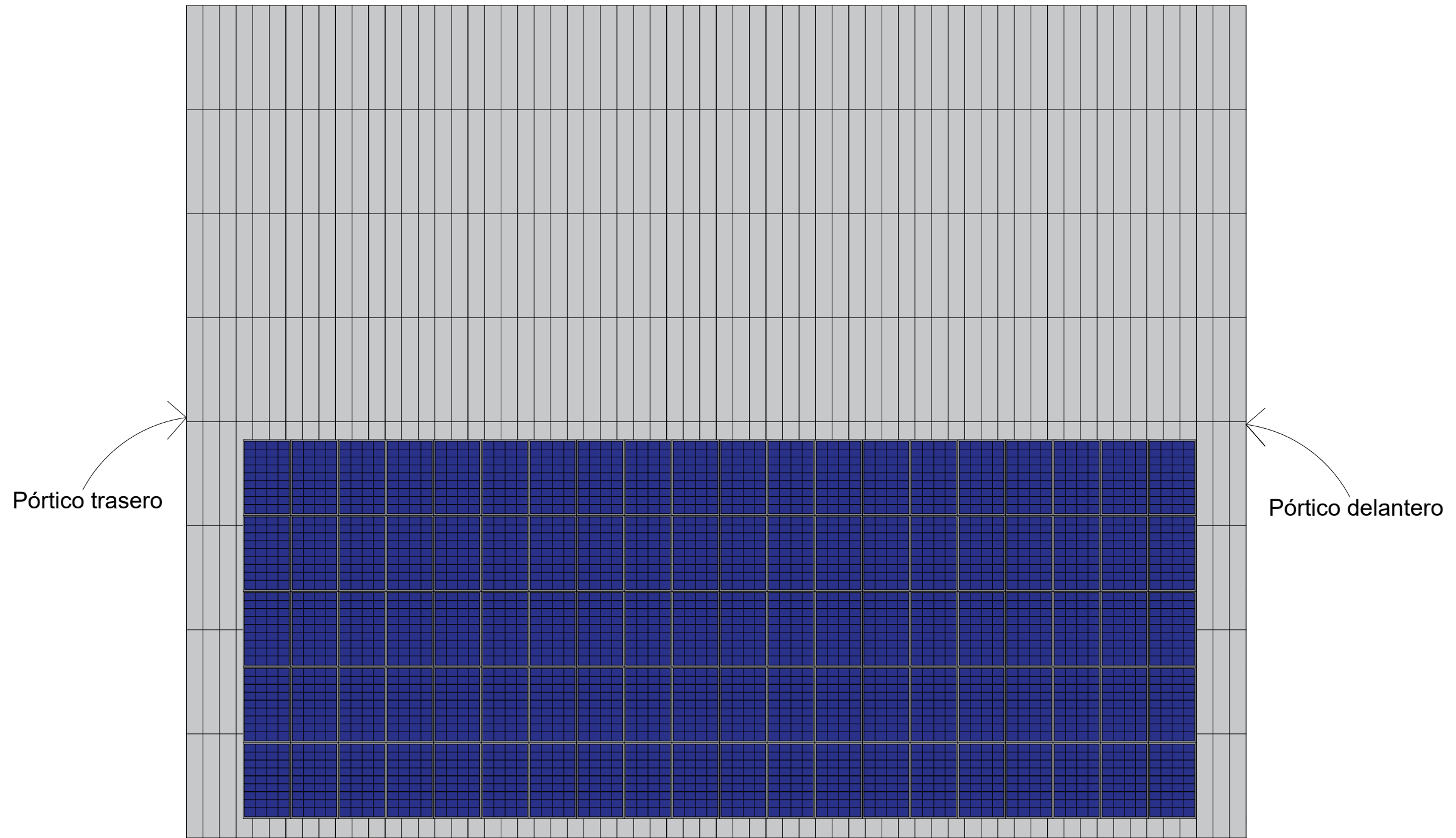
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Cerramiento fachada	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 17	
Escala: 1:150		




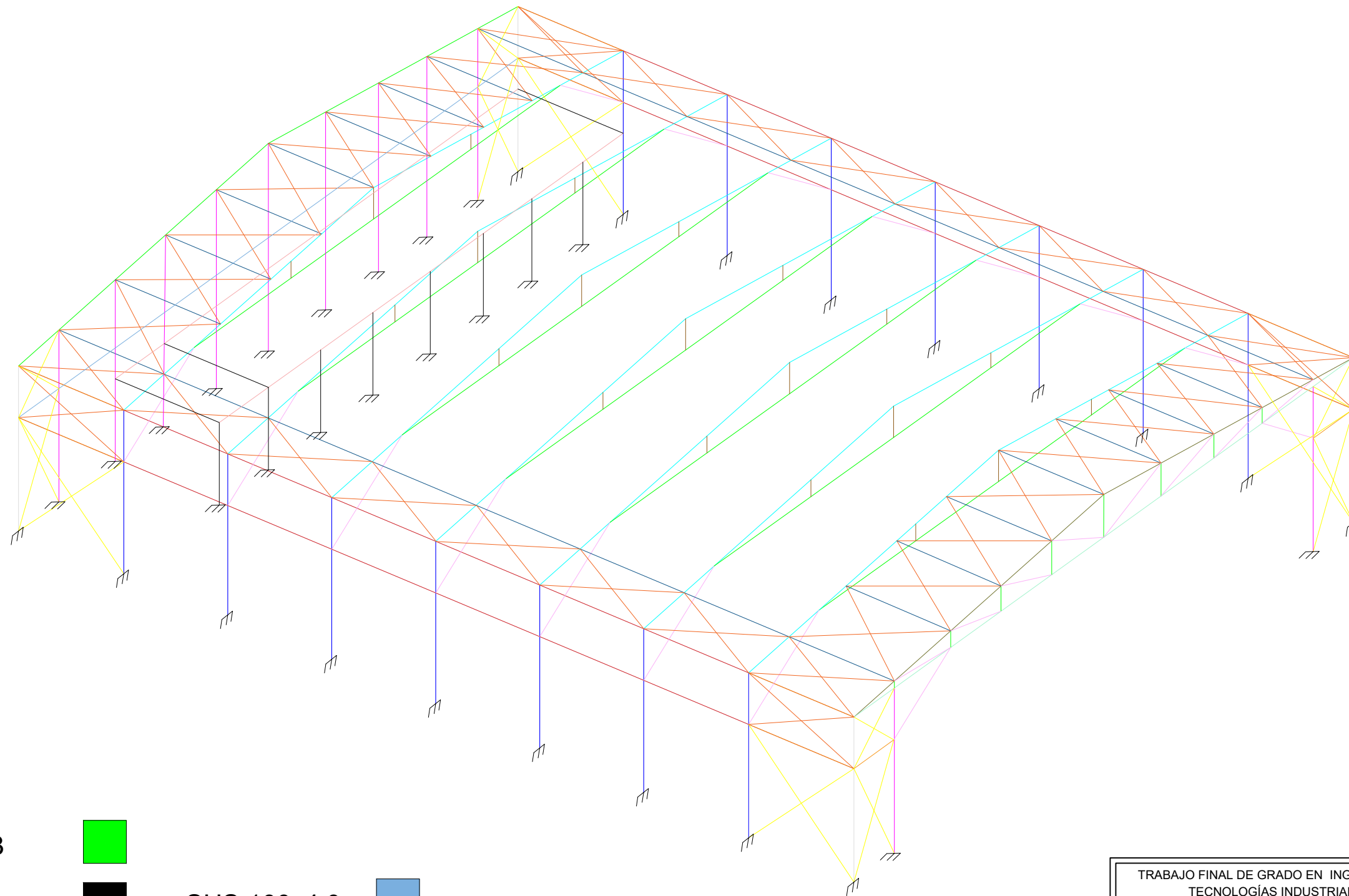
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Cerramiento trasero	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 18	
Escala: 1:150		






















TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Cerramiento lateral	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 19	
Escala: 1:200		



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Cerramiento cubierta	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	Nº Plano: 20	
Escala: 1:250		



HE 120 B					
HE 280 B		SHS 100x4.0			
HE 550 B		SHS 120x3.0			
HE 650 B		SHS 180x12.0		IPE 180	
HE 700 B		SHS 200x8.0		IPE 200	
L 90x90x8		SHS 200x12.0		IPE 270	
L 110x110x12		SHS 400x16.0		IPE 500	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA		Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE HANGAR PARA BOEING 737
Plano: Distribución perfiles	Autor: Aitor Montesinos Herrero	
Emplazamiento: Aeropuerto de Valencia, Quart de Poblet		
Fecha: JUNIO 2022	N° Plano: 21	
Escala: 1:250		