



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



# Agradecimientos

A mi familia por su sacrificio y constante apoyo.

A mis compañeros por acompañarme en este viaje.

A los profesores del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales y a la dirección de la Escuela, por todo lo que me han enseñado.

A mis amigos mas cercanos por su apoyo.





## Resumen

En este trabajo recoge toda la información sobre el diseño estructural de un hangar así como el detalle de las soluciones adoptadas en cuanto a estructura, cerramientos y pavimentado. Además incluye el presupuesto base de licitación de todo el proyecto así como los cálculos realizados y los planos necesarios para la construcción de la estructura en la ubicación comentada en el título del proyecto.



# Índice general

<b>I</b>	<b>MEMORIA DESCRIPTIVA</b>	<b>1</b>
<b>1.</b>	<b>OBJETO DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
2.1.	Antecedentes . . . . .	5
2.2.	Motivación . . . . .	7
<b>3.</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>SITUACIÓN DEL AERÓDROMO Y UBICACIÓN DEL HANGAR.</b>	<b>11</b>
4.1.	El aeropuerto . . . . .	11
4.2.	Emplazamiento y ubicación. . . . .	11
4.2.1.	Ubicación . . . . .	11
4.2.2.	Emplazamiento. . . . .	12
<b>5.</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS</b>	<b>15</b>
5.1.	Descripción de la geometría . . . . .	16
5.2.	Terreno . . . . .	16
5.2.1.	Acondicionamiento del terreno . . . . .	16
5.2.2.	Zapatas . . . . .	17
5.2.3.	Vigas de Atado . . . . .	20
5.3.	Estructura metálica . . . . .	20
5.3.1.	Placas de anclaje . . . . .	21
5.3.2.	Estructura de los Pórticos . . . . .	22
5.3.3.	Fachadas laterales . . . . .	25
5.3.4.	Cubierta . . . . .	25
5.3.5.	Puente Grúa . . . . .	26
5.4.	Cerramientos y cubiertas. . . . .	27
5.4.1.	Cerramientos . . . . .	27
5.4.2.	Cubierta . . . . .	29

<b>6. PRESUPUESTO</b>	<b>31</b>
6.1. Análisis del presupuesto general. . . . .	32
6.1.1. División porcentual por capítulos. . . . .	32
<b>Bibliografía</b>	<b>35</b>
<b>II ANEXOS</b>	<b>37</b>
<b>A. Anexos de Presupuesto</b>	<b>39</b>
A.1. Presupuesto de ejecución por contrata . . . . .	39
<b>B. Anexo de Cálculo</b>	<b>47</b>
B.1. Tipo de estructura . . . . .	47
B.2. Acciones . . . . .	48
B.2.1. Acciones permanentes . . . . .	48
B.2.2. Acciones variables . . . . .	48
B.3. Materiales utilizados . . . . .	50
B.4. Cálculos . . . . .	50
B.5. Pórtico fachada puerta . . . . .	50
B.5.1. Pilar exterior . . . . .	50
B.5.2. Pilar interior . . . . .	51
B.5.3. Arriostramiento central . . . . .	52
B.5.4. Cercha . . . . .	52
B.5.5. CSA . . . . .	53
B.5.6. Viga contra viento (VCV) . . . . .	53
B.6. Viga durmiente . . . . .	54
B.7. Pórtico de fachada posterior . . . . .	55
B.7.1. Viga contra viento . . . . .	56
B.8. Pórticos interiores . . . . .	56
B.8.1. Pilar. . . . .	57
B.8.2. Jácena . . . . .	57
B.8.3. Ménsulas . . . . .	57
B.9. Fachada lateral . . . . .	58
B.10. Uniones . . . . .	59
B.10.1. Placas de anclaje . . . . .	59
B.11. Cimentación . . . . .	60
B.11.1. Zapatas . . . . .	60
B.11.2. Vigas de atado . . . . .	75
<b>C. Planos</b>	<b>77</b>

# Índice de figuras

2.1.1.Bombardier Learjet75 . . . . .	5
2.1.2.Dimensiones aeronave ejemplo . . . . .	6
2.1.3.Aeropuerto de Teruel. . . . .	7
4.2.1.Ubicación Geográfica . . . . .	12
4.2.2.Ubicación por carretera . . . . .	12
4.2.3.Emplazamiento del Hangar . . . . .	13
5.0.1.Diferencia hangar-nave al uso . . . . .	15
5.1.1.Boceto . . . . .	16
5.2.1.Transmisión de esfuerzos de una zapata . . . . .	17
5.2.2.Cimentación . . . . .	18
5.2.3.Zapata tipo A y B . . . . .	19
5.2.4.Zapatatas tipo C y F . . . . .	19
5.2.5.Zapatatas D, E y G . . . . .	19
5.2.6.Vigas de atado . . . . .	20
5.3.1.Estructura 3D . . . . .	21
5.3.2.Placa anclaje 3D . . . . .	21
5.3.3.Placa de anclaje tipo 2 . . . . .	22
5.3.4.Pórtico de fachada (puerta) . . . . .	23
5.3.5.Pórtico de fachada (posterior) . . . . .	24
5.3.6.Pórticos interiores . . . . .	24
5.3.7.Fachada lateral . . . . .	25
5.3.8.Cubierta . . . . .	26
5.3.9.Puente Grúa . . . . .	26
5.3.10Viga carrilera . . . . .	27
5.4.1.Muro pesado hormigón . . . . .	28
5.4.2.Muro Cortina . . . . .	28
5.4.3.Panel tipo “sándwich” . . . . .	28
5.4.4.Aspecto frontal y posterior . . . . .	29
5.4.5.Puerta hangar . . . . .	30

---

5.4.6.Aspecto lateral . . . . .	30
6.1.1.Gráfico % capítulos . . . . .	34
B.1.1Boceto 3D . . . . .	47
B.5.1Pórtico 13 . . . . .	51
B.6.1Viga durmiente . . . . .	54
B.7.1Pórtico de fachada posteiror . . . . .	55

# Índice de tablas

5.1. Dimensiones de las zapatas . . . . .	18
6.1. Reparto porcentual de presupuesto dividido por capítulos. . . . .	33





# Nomenclatura

AdT Aeropuerto de Teruel (PLATA), página 11

CSA Cruz de san andrés, página 53

CTE Código Técnico de la Edificación, página 9

DB-SE-A Documento básico de seguridad estructural, acero, página 10

DB-SE-AE Documento básico de seguridad estructural, acciones en la edificación, página 9

DB-SE-C Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos, página 17

EAE Instrucción del acero estructural, página 10

EHE Instrucción del hormigón estructural, página 10

P1 Pórtico 1 o Pórtico de fachada posterior, página 19

P13 Pórtico 13: Pórtico frontal de fachada o pórtico puerta, página 18

PI Pórticos del 1-12 (pórticos interiores), página 19

TFG Trabajo Final de Grado, página 7

VCV Viga contra viento, página 53



Parte I

**MEMORIA DESCRIPTIVA**



# Capítulo 1

## OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del trabajo es realizar el cálculo estructural de un hangar para aeronaves de tamaño reducido es decir de hasta 16 metros de envergadura y 6 metros de altura.

Para ello se opta por una nave de pórticos a dos aguas de 30 metros de luz, 9 metros de altura de pilar, 12 de cumbrera y 60 de largo. Debido a que esta construcción esta destinada al almacenaje y mantenimiento de aeronaves, se dispone de una abertura frontal para la entrada de 20x6,5m eliminando pues el pilar central de fachada y adoptando otras soluciones que describiremos en el capítulo destinado a este fin.



# Capítulo 2

## INTRODUCCIÓN

### 2.1. Antecedentes

Debido al constante y riguroso mantenimiento que requieren las aeronaves, este tipo de estructuras se vuelven imprescindibles en cualquier aeródromo de todo el mundo. También partiendo de la envergadura que suelen tener estos aparatos (figura 2.1.1)<sup>1</sup>, los hangares se caracterizan por ser naves con luces, alturas y puertas de un tamaño superior al normal.



Figura 2.1.1: Ejemplo de aeronave de tamaño reducido tipo “business jet” que tendría las dimensiones máximas admisibles para el hangar objeto de este Trabajo final de Grado.

---

<sup>1</sup>[3] Web oficial de Bombardier

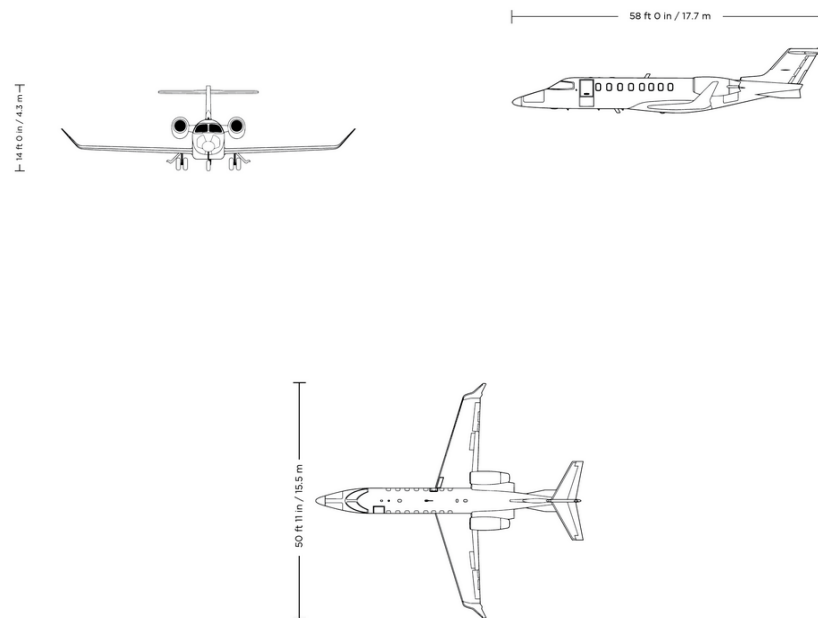


Figura 2.1.2: Vistas de las dimensiones del avión(2.1.1), utilizado como ejemplo.

Este proyecto se realiza para el Aeropuerto de Teruel, diseñado como centro internacional de larga estancia de aeronaves. Esto es un centro donde se destinan los aparatos que requieren pasar un mantenimiento largo o simplemente se requiere almacenar el avión durante un periodo largo de tiempo por cualquiera que sea el motivo.

Hasta la creación de esta plataforma aeroportuaria internacional en 2013, que a días de hoy cuenta con capacidad para 250 aeronaves, tan solo existía su homólogo estadounidense situado en el desierto de Nevada.



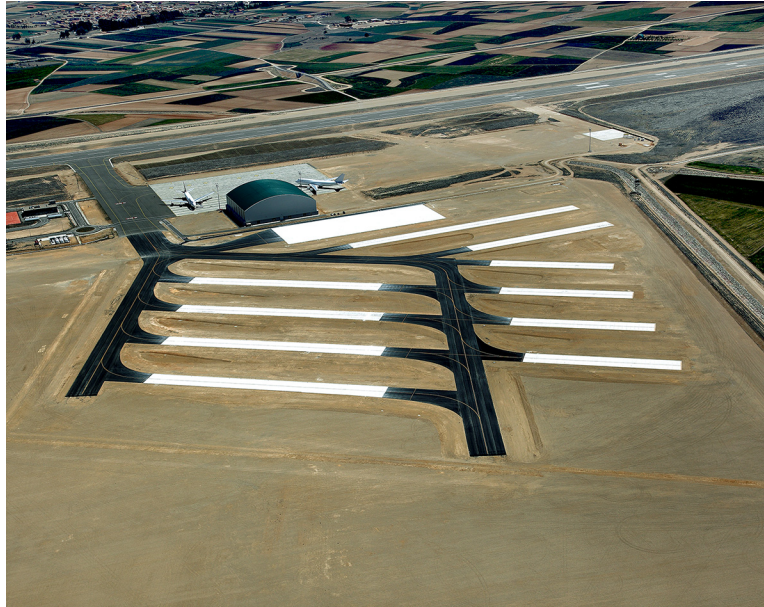


Figura 2.1.3: Vista Aérea del Aeropuerto de Teruel.

## 2.2. Motivación

Actualmente, el aeropuerto mencionado en el punto anterior ya dispone de un hangar destinado a aeronaves de gran tamaño, este proyecto satisfaría la necesidad de disponer de un segundo hangar mas pequeño donde poder realizar el mantenimiento de aeronaves mas pequeñas y así dejar el grande disponible para otras reparaciones de mas envergadura. Además mediante este proyecto, tengo por objetivo realizar el Trabajo Final de Grado (TFG) dando así por concluidos mis estudios como graduado en ingeniería en tecnologías industriales.



# Capítulo 3

## NORMATIVA

La normativa utilizada para la realización de este TFG ha sido la siguiente:

Las normativas asociadas al Código Técnico de la Edificación (CTE) escritas en el Documento Básico de Seguridad Estructural.

El DB-SE tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Seguridad estructural”.

- Del Documento Básico Seguridad Estructural (DB-SE) además, se han utilizado los siguientes sub-documentos:
  - DB-SE-C <sup>1</sup>
    - Modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008)
    - El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.
  - DB-SE-AE (Abril 2009) <sup>2</sup>
    - El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

---

<sup>1</sup>[6] CTE. Documento Básico SE-Cemento . Ministerio de Fomento, BOE 25/01/2008.

<sup>2</sup>[5] CTE. Documento básico seguridad estructural - Acciones Edificación. Real Decreto , 2009.

- DB-SE-A <sup>3</sup>
  - Modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008)
  - Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.
- También se han usado las normas correspondientes al acero y hormigón estructurales estas son:
  - EHE (Instrucción del hormigón estructural), aprobada en el RD 1247/2008 tiene por objeto:
    - “Esta Instrucción de Hormigón Estructural, EHE, es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Las exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de hormigón, así como en su mantenimiento.” <sup>4</sup>
  - EAE (Instrucción del acero estructural) aprobada en el RD 751/2011 tiene por objeto:
    - “Esta Instrucción de Acero Estructural (EA E ) es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de acero para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas. Las exigencias deben cumplirse en el proyecto y la construcción de las estructuras de acero, así como en su mantenimiento.” <sup>5</sup>

---

<sup>3</sup>[4] CTE. Documento básico SE-Acero. BOE(23/10/2007) , 2007

<sup>4</sup>[8] Ministerio de Fomento. Instrucción EHE. Real Decreto 1247/2008 .

<sup>5</sup>[7] Ministerio de Fomento. Instrucción EAE. Real Decreto 751/2011 .

# Capítulo 4

## SITUACIÓN DEL AERÓDROMO Y UBICACIÓN DEL HANGAR.

### 4.1. El aeropuerto

El Aeropuerto de Teruel (PLATA) 2.1.3, de ahora en adelante AdT, es un *hub* industrial aeronáutico Internacional situado cerca del centro de la industria aeroespacial europea, y conocido como la plataforma aeroportuaria de Teruel, PLATA<sup>1</sup>.

El AdT, pertenece al Consorcio formado por el Gobierno de Aragón y el Ayuntamiento de Teruel (no pertenece a AENA). Se concibe como una plataforma abierta donde empresas aeronáuticas de todo el mundo pueden establecer sus operaciones en una localización estratégica y bajo unas condiciones de operatividad altamente competitivas.

Actualmente cuenta con una capacidad de operación para 250 aeronaves de hasta clase E (Boeing 747) en un recinto de mas de 340 hectáreas.

### 4.2. Emplazamiento y ubicación.

#### 4.2.1. Ubicación

PLATA se encuentra a 12 Km de Teruel, con una altitud de 1026m. Dispone de comunicación directa por carretera (A-23) con los puertos de Sagunto y Valencia (como se muestra en las figuras 4.2.1 <sup>2</sup> y 4.2.1) y a menos de 2h de operación aérea de las principales capitales europeas.

---

<sup>1</sup>[1] Web oficial del Aeropuerto de Teruel.

<sup>2</sup>[10] Google Maps



Figura 4.2.1: Ubicación Geográfica ( $40^{\circ}24'24.2''N$   $1^{\circ}13'06.3''W$ ) (Extraído de Google Maps)

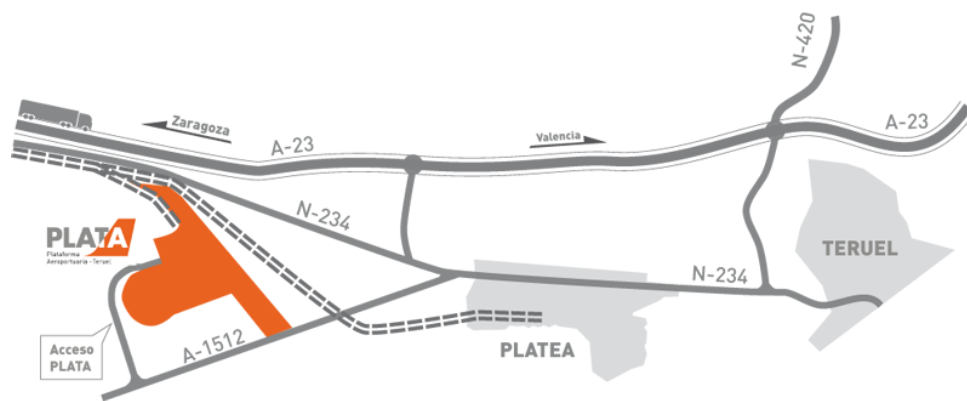


Figura 4.2.2: Ubicación por carretera

### 4.2.2. Emplazamiento.

Nuestro hangar se emplazará justo al lado del actual hangar y con entrada desde la plataforma de aeronaves, tal y como se muestra en la figura 4.2.3<sup>3</sup>

<sup>3</sup>[2]Web ENAIRE (Gestor de navegación aérea) (Ministerio de Fomento)

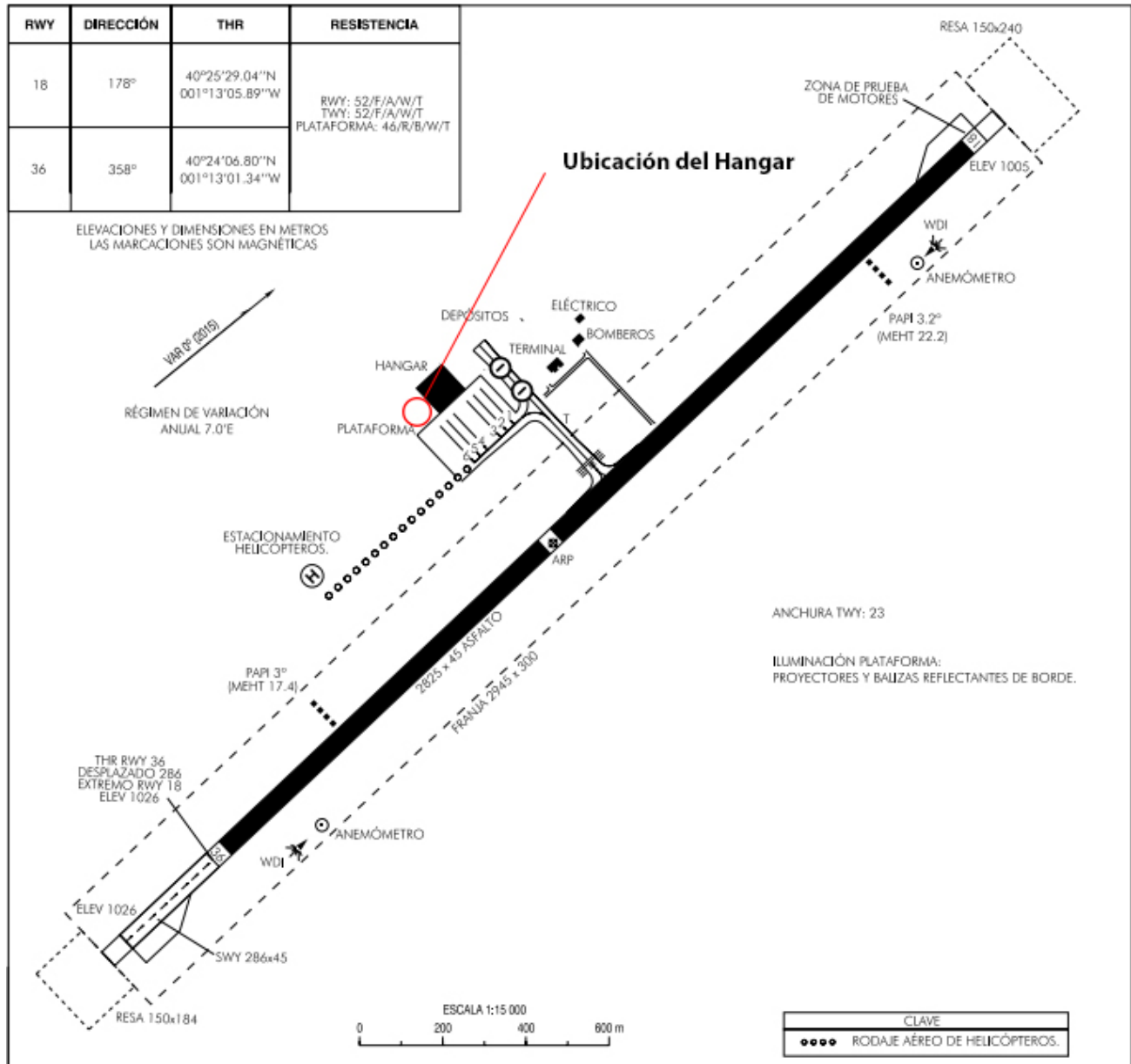


Figura 4.2.3: Emplazamiento del Hangar





## Capítulo 5

# CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

En este capítulo vamos a exponer todas las soluciones adoptadas para el diseño estructural de la nave del hangar.

Para comprender la magnitud de las soluciones adoptadas, hemos de entender la diferencia entre el tipo de estructura que aquí se expone y lo que sería una nave industrial común. En la figura que sigue (5.0.1)<sup>1</sup> se muestran los interiores de una nave industrial al uso y de un hangar; como podemos observar, las luces, los requerimientos de espacio y los tamaños de las vigas que soportan la estructura son considerablemente mayores en el segundo caso.



Figura 5.0.1: Interior de una nave industrial al uso (izquierda) y de un hangar (derecha)

Podemos consultar con detalle todo lo referente a los cálculos y los planos en los anexos de cálculos y planos, anexos B y C respectivamente.

---

<sup>1</sup>[9]Imágenes extraídas de Google imágenes

## 5.1. Descripción de la geometría

Para la construcción del hangar se ha optado por una nave de pórtico a dos aguas de 30m de luz y compuesta por 13 vanos (incluyendo los pórticos de fachada) de 5 metros de separación entre ellos que conforman una longitud total de la nave de 60 metros dando una superficie total de 1800 metros cuadrados. Podernos hacernos idea de la forma estructural del hangar en el boceto de la figura 5.1.1

La altura de los pilares laterales es de 9 metros y la altura de cumbrera de 12 metros.

La puerta de acceso de aeronaves tiene unas dimensiones de 20x6.5m (130 m<sup>2</sup>) que será de acero con abertura tipo “acordeón” podemos observar un ejemplo de una puerta de hangar en la figura 5.4.5 en la página 30.

Además se ha dispuesto de un puente grúa de hasta 5 toneladas de capacidad de carga que tiene movilidad entre los pórticos 2 y 12 (50m de recorrido) ubicado a 7,02 metros de altura para las labores de mantenimiento de aeronaves.

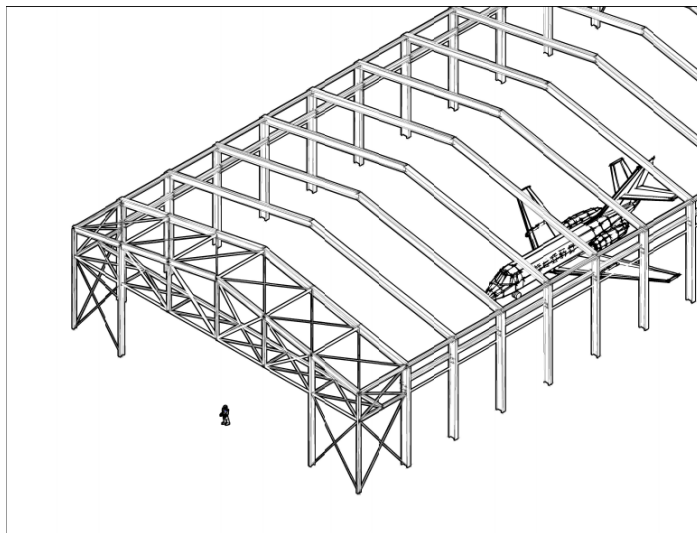


Figura 5.1.1: Muestra en boceto del hangar con un avión de 16m de envergadura en su interior y operario enfrente de la puerta (todas las imágenes están a escala real)

## 5.2. Terreno

A continuación detallamos las acciones que se han tomado para adaptar el terreno y describiremos los elementos estructurales que se encargan de transmitir los esfuerzos al mismo.

### 5.2.1. Acondicionamiento del terreno

El edificio objeto del proyecto, como podemos observar en la figura 4.2.3 en la página 13 se va a situar junto al hangar ya existente en el aeropuerto. Detrás del mismo se sitúa la zona de

aparcamiento de larga estancia de aeronaves y delante del mismo la plataforma.

Como el terreno ya se encuentra allanado tan solo se debería hacer una sencilla operación de desbroce y delimitar la zona para hacer el replanteo.

### 5.2.2. Zapatas

#### Definición de Zapata.

Según el DB-SE-C:

“Una cimentación directa [Zapatas] es aquella que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal (véase Figura 5.2.1<sup>2</sup>). Las cimentaciones directas se emplearán para transmitir al terreno las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de los muros de carga o de contención de tierras en los sótanos, de los forjados o de toda la estructura.”

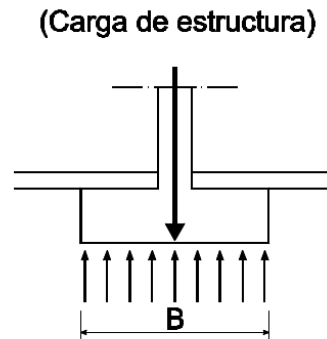


Figura 5.2.1: Esquema de transmisión de esfuerzos de una zapata extraído del DB-SE

#### Definición solera de asiento o hormigón de limpieza.

Citando al DB-SE-C:

“Si las zapatas son de hormigón en masa o armado, sobre la superficie de la excavación debe extenderse una capa de hormigón, de regularización, que recibe el nombre de solera de asiento u hormigón de limpieza.

La solera de asiento tiene por misión crear una superficie plana y horizontal de apoyo de la zapata y, en suelos permeables, evitar que penetre la lechada del hormigón estructural en el terreno y queden los áridos de la parte inferior mal recubiertos.

El espesor mínimo de la solera de asiento será de 10 cm. El nivel de enrase de la solera de asiento será el previsto en el proyecto para la base de las zapatas y las vigas riostras. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.”

Haciendo uso de lo que dice la norma, nuestra capa de hormigón de limpieza o solera de asiento tendrá un espesor de 10cm.

<sup>2</sup>Imagen extraída de: [6, DB-SE-C]

### Solución adoptada<sup>3</sup>

Basándonos en el tipología de planta y en la asimetría entre los pórticos de fachada frontal y trasero (cómo podemos observar en la figura 5.2.2) vamos a utilizar 7 tipos distintos de zapatas que vamos a detallar a continuación en el cuadro 5.1.

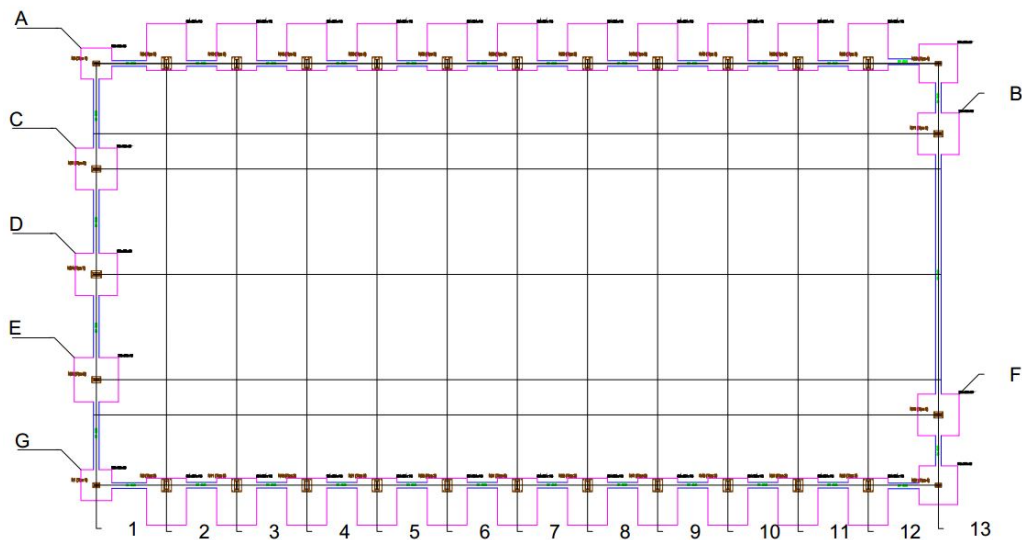


Figura 5.2.2: Imagen de la distribución de la cimentación con rejilla de toda la estructura.

	Dimensiones	Tipología
Tipo A	295x295x65	Centrada
Tipo B	275x275x65	Centrada
Tipo C	334x284x115	Descentrada
Tipo D	220x220x60	Centrada
Tipo E	300x300x80	Centrada
Tipo F	334x284x115	Descentrada
Tipo G	315x315x70	Centrada

Cuadro 5.1: Cuadro de dimensiones de los distintos tipos de zapatas.

Empezando por el pórtico frontal de fachada tenemos:

Dos zapatas tipo B 5.2.3 (para los pilares 13-A y 13-G) y dos zapatas tipo A (figura 5.2.3) para los pilares 13-F y 13-B (Para la distribución obsérvese figura 5.2.2)

<sup>3</sup>Todas las ilustraciones de este apartado se pueden ver con detalle en el plano 10, en el anexo

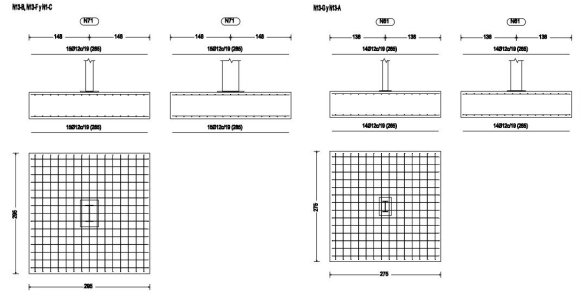


Figura 5.2.3: Zapata tipo A (izquierda), Zapata tipo B (derecha)

Para los pórticos interiores (PI), del 2 al 12, tendremos zapatas del tipo C (5.2.4) para el lado G y zapatas del tipo F (5.2.4) para el lado A.

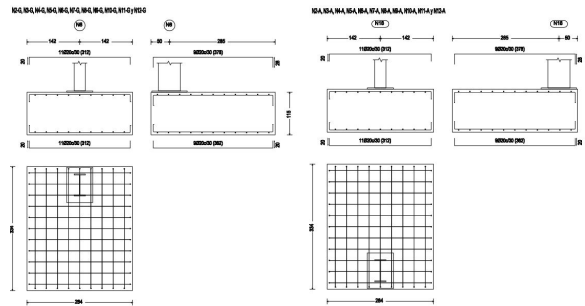


Figura 5.2.4: Zapata tipo C (izquierda), Zapata tipo F (derecha)

Finalmente para el pórtico de fachada posterior P1 tenemos dos zapatas de tipo D 5.2.5 para los pilares de los extremos, una zapata tipo A (figura 5.2.3) para el 1-C, una tipo E para el central y una tipo G para el pilar 1-E (figura 5.2.5).

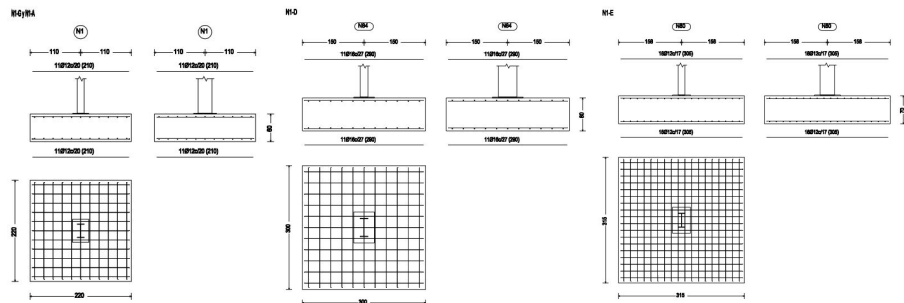


Figura 5.2.5: Zapata tipo D (izquierda), Zapata tipo E (centro) y Zapata tipo G (derecha)

### 5.2.3. Vigas de Atado

#### Definición

Según el DB-SE-C:

*“Las zapatas aisladas se podrán unir entre sí mediante vigas de atado o soleras, que tendrán como objeto principal evitar desplazamientos laterales.”*

#### Solución adoptada.

Hemos optado por unir todas las zapatas con vigas de atado del tipo C40.4 como podemos ver en la figura 5.2.6<sup>4</sup>.

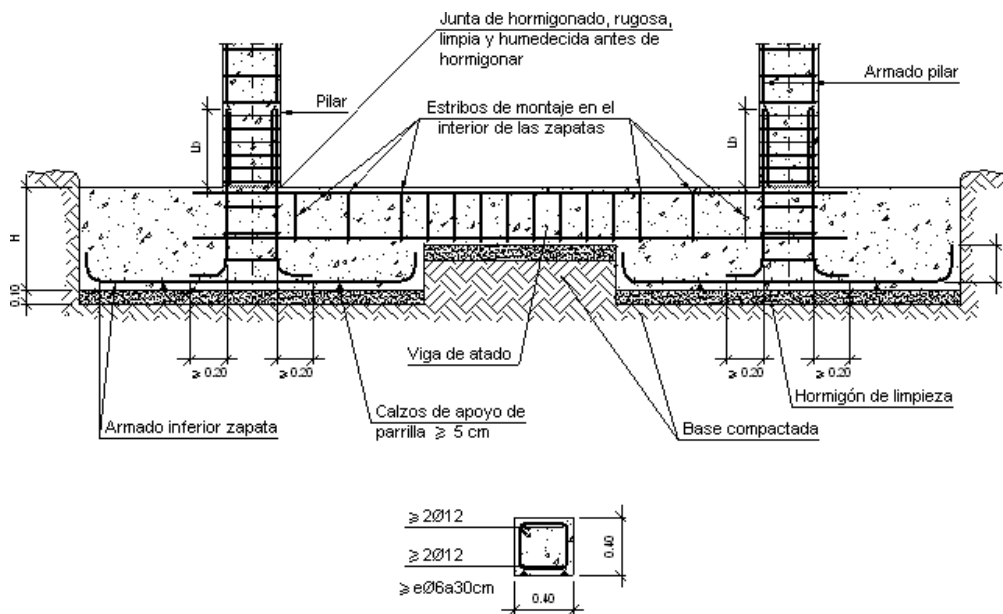


Figura 5.2.6: Ejemplo de una viga de atado de las mismas características que la utilizada en la solución del problema. (Extraído del manual de CYPE)

## 5.3. Estructura metálica

En esta sección se va a detallar la solución adoptada en cuanto a la estructura metálica del edificio, incluyendo las uniones soldadas y las placas de anclaje. En la siguiente figura podemos observar una vista en 3D de la estructura de la Nave.

Como podemos observar, se ha optado por una nave basada en pórticos a dos aguas por su sencillez constructiva. La viga contra viento se compone por celosía tipo “pratt” doble, además se dispone de cuadros arriostrados en la fachada lateral y una viga durmiente situada posteriormente al pórtico de fachada frontal que actúa como refuerzo del mismo. Por otro lado podemos

<sup>4</sup>[11]Extraído del manual de CYPE.

comprobar que los pórticos de fachada anterior y posterior son distintos dada la naturaleza de la construcción.

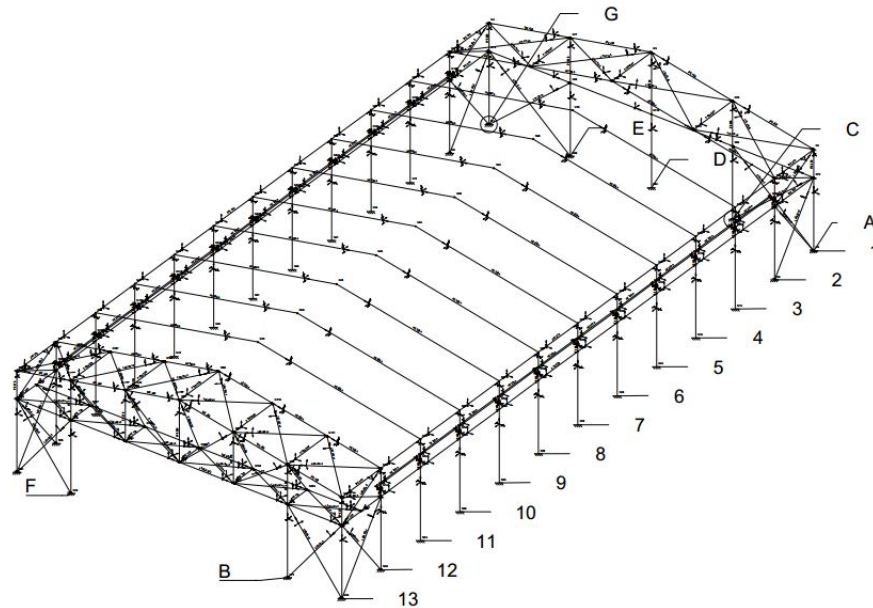


Figura 5.3.1: Estructura 3D

### 5.3.1. Placas de anclaje

#### Definición

Las placas de anclaje son los elementos de unión que se encargan de transmitir los esfuerzos de los pilares de la estructura a la cimentación.

Se componen de una placa de acero rectangular soldada a la base del pilar que puede contener o no rigizadores (cartelas) y que va sujeto al hormigón de las zapatas mediante unos pernos que pueden estar roscados o soldados a la placa.

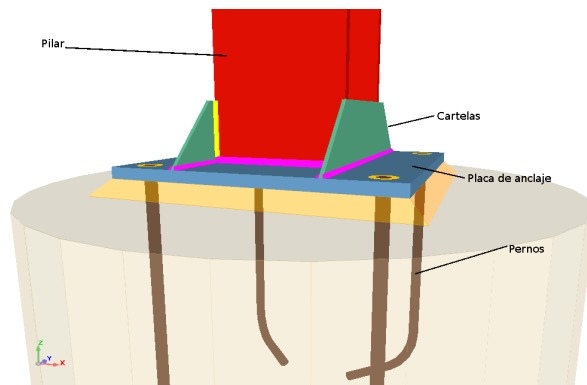


Figura 5.3.2: Vista tridimensional de una placa de anclaje

## Solución adoptada

Para el anclaje de los pilares a la cimentación se han utilizado diferentes tipos de placas de anclaje todas con pernos soldados corrugados de acero B500S y reforzadas con cartelas como podremos ver a continuación en la figura 5.3.3 y con mas detalle en los planos.

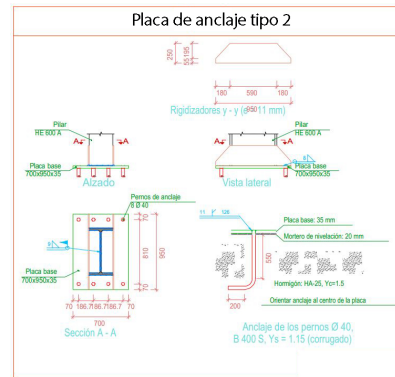


Figura 5.3.3: Aquí se muestra la placa de anclaje tipo 2 que corresponde al anclaje de los pilares de los pórticos interiores con la cimentación y es la más común. Se pueden observar con detalle los demás tipos de placas en el anexo de planos.

## 5.3.2. Estructura de los Pórticos

### Pórtico de fachada frontal

El Pórtico de fachada (pórtico 13 en la figura 5.3.1 en la página anterior) dada la dimensión de la abertura de entrada estará compuesto por:

1. Dos pilares laterales de 9m de altura compuestos por perfiles IPE 270.
2. Dos pilares medios de 10m de altura compuestos por dos perfiles IPE 400.
3. No dispondrá de pilar central de fachada.
4. Jácenas compuestas por perfiles IPE 450.
5. Cuatro cuadros arriostrados (L45x45x4).
6. Celosía tipo “Warren” en la parte superior central.
7. Perfil rectangular tipo #100x11,73.

Podemos observar la geometría del pórtico en la figura 5.3.4 y en los planos anexos.

Además, al tener la barra que pasa sobre la puerta tantos metros de luz (recordemos que ha de pasar un avión), es necesario instalar una viga durmiente (plano 4.1) pertinentemente arriostrada en la parte posterior de la misma para reducir las flechas provocadas tanto por el



viento frontal (que inciden sobre la gran puerta y sobre la fachada) como por los vientos interiores (presión y succión); la podemos apreciar en el boceto de la figura B.6.1 en la página 54 (anexo de cálculos) y con mas detalle en el plano 4.1

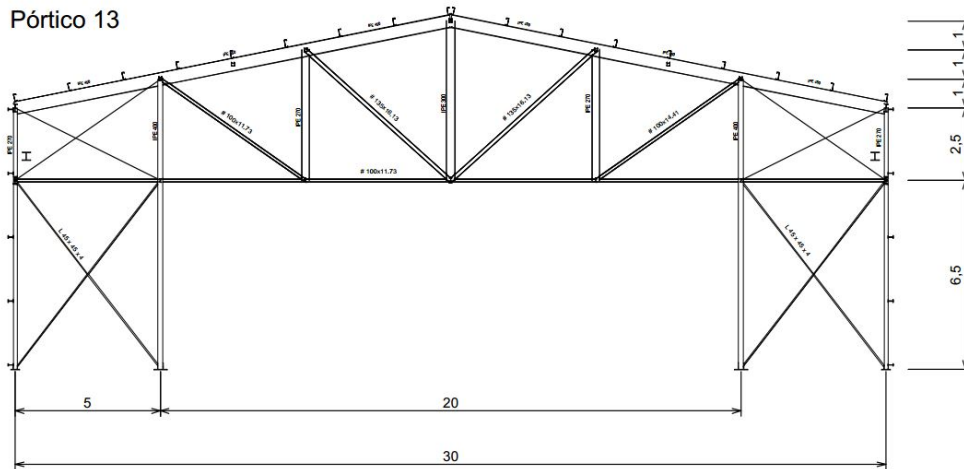


Figura 5.3.4: Pórtico de fachada (puerta)

### Pórtico de fachada posterior

El Pórtico de fachada posterior (pórtico 1 en la figura 5.3.1 en la página 21) estará compuesto por:

1. Dos pilares laterales de 9m de altura compuestos por perfiles IPE 300.
2. Dos pilares medios de 10,5m de altura compuestos por perfiles IPE 360.
3. Un pilar central de 12m de altura compuesto por un perfil IPE 450.
4. Jácenas compuestas por perfiles IPE 450.
5. Cuatro cuadros arriostrados (L70x70x6).
6. Celosía tipo “Warren” en la parte superior central.
7. Perfil rectangular tipo #135x16,13.

Podemos observar la geometría del pórtico en la figura siguiente (5.3.5) y en los planos anexos (plano 4).

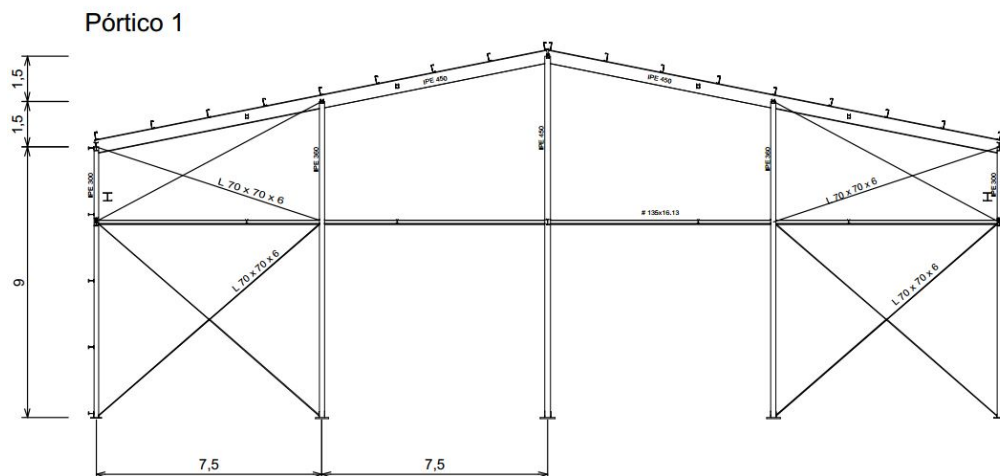


Figura 5.3.5: Pórtico de fachada (posterior)

### Pórticos interiores

Los pórticos interiores (pórticos del 2 al 12 en la figura 5.2.2) estarán compuestos por:

1. Dos pilares laterales de 9m de altura compuestos por perfiles HEA 600.
2. Jácenas compuestas por perfiles HEA 550.
3. Ménsulas de un perfil IPE 360 para soportar las vigas carrileras del puente grúa {referencia cruzada a puente grúa}.

Podemos observar la geometría del pórtico en la figura 5.3.6 y en los planos anexos.

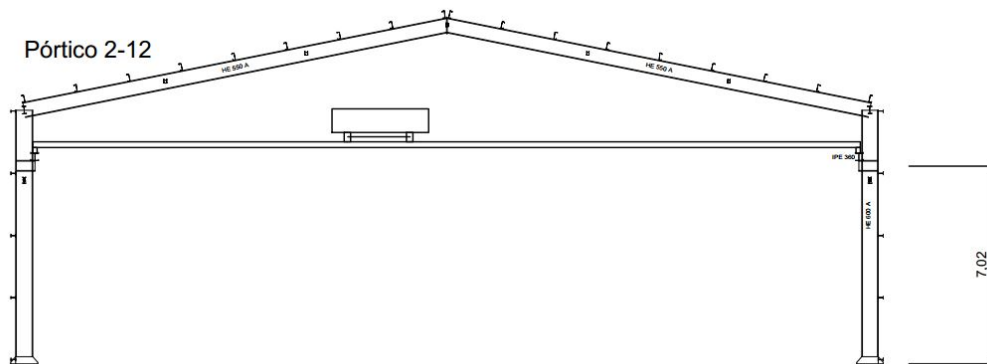


Figura 5.3.6: Pórticos interiores

### 5.3.3. Fachadas laterales

Las fachadas laterales se componen por una serie de pilares (que son los pilares laterales de los pórticos interiores) separados entre si 5 metros además de cuatro arriostramientos formados por tirantes de perfil “L” (dos en cada extremo de la nave) que sirven de sujeción en el plano perpendicular al pórtico los distintos pórticos interiores.

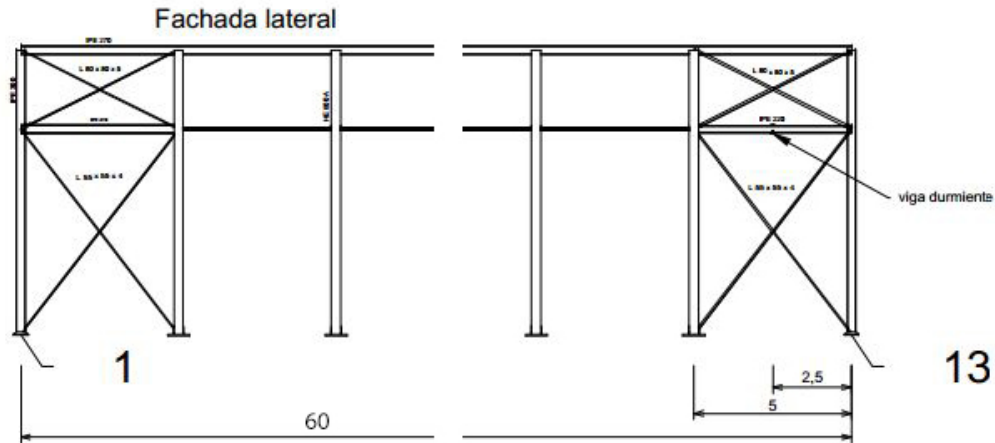


Figura 5.3.7: Fachada lateral

A lo largo de las fachadas laterales discurren las correas laterales que se componen por IPE 180 (dimensionado en CYPE) separadas entre ellas 2m.

### 5.3.4. Cubierta

Las cubierta se compone de la suma de todas las jácenas de todos los pórticos de la nave además de los arriostramientos del pórtico de fachada. Además de las correas de cubierta que se componen por perfiles del tipo CF-250x2,5 separadas entre si 1,9m como podemos observar en la siguiente figura.

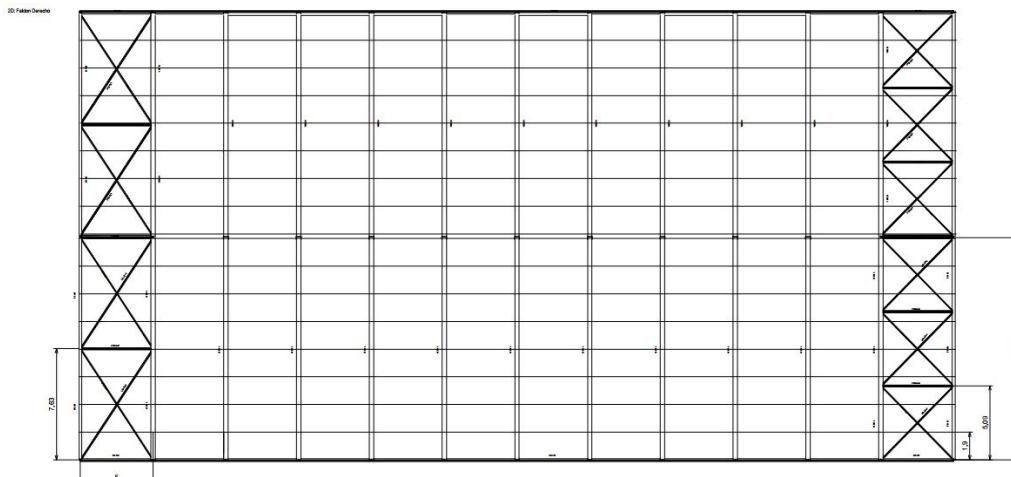


Figura 5.3.8: Imagen de la cubierta

### 5.3.5. Puente Grúa

Un puente grúa es una estructura motorizada que circula sobre unos raíles situados a cierta altura de la nave sobre unas ménsulas y que resulta idóneo para mover cargas pesadas por el interior de la nave, según se requiera.



Figura 5.3.9: Puente Grúa

#### Viga carrilera

La viga carrilera está destinada a ser los raíles del puente grúa por los cuales se va a desplazar por toda la planta de la nave. Está compuesta por un perfil continuo del tipo HEA 280 que va desde el PI 2 al 12 como podemos observar en la figura 5.3.10 que se sustenta sobre las ménsulas de los mismos PIs (figura 5.3.6).

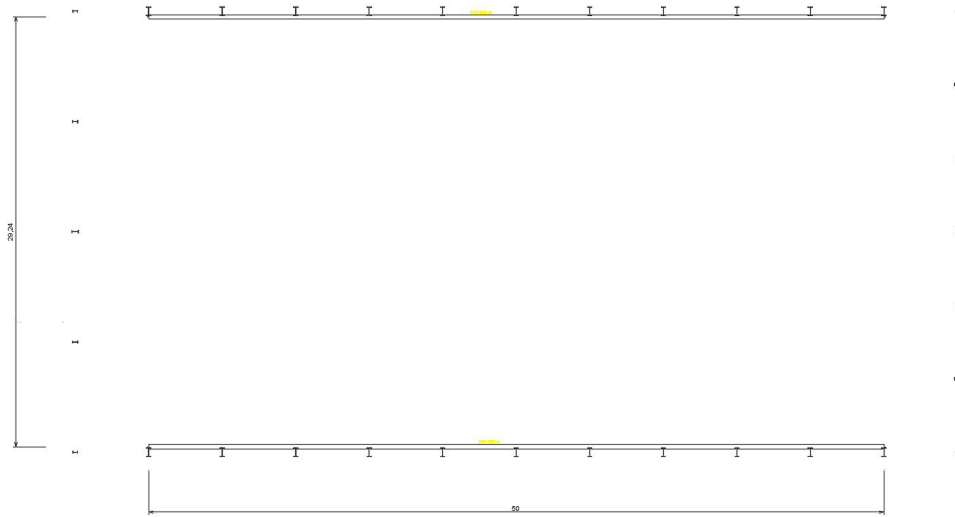


Figura 5.3.10: Viga carrilera

### Puente grúa

Para preparar la nave para sustentar el puente grúa y las cargas que va a elevar el mismo se ha supuesto un nuevo caso de sobrecarga de uso de tipo E (este caso de carga es para superficies donde circulen vehículos pesados.) Este supuesto resulta idóneo para este caso ya que al desplazarse la carga en los ejes X e Y del plano es lo mismo que si existiese una superficie a esa altura por donde circulase un camión de igual peso que la carga que se está desplazando.

## 5.4. Cerramientos y cubiertas.

### 5.4.1. Cerramientos

Se han escogido dos tipos de cerramientos:

a) Cerramiento tipo muro pesado de hormigón (figura 5.4.1) para colocarlo hasta cierta altura ya que este ofrece mayor seguridad y resistencia frente a impacto o intentos de hurto, robo o sabotaje y dado que el valor de las aeronaves que se van a guardar dentro del hangar pueden llegar a multiplicar por diez el precio del mismo, aparte de que por ser aeronaves, el perfecto estado de la misma a la hora de sobrevolar por ejemplo una ciudad, es esencial para garantizar la seguridad aérea y de las personas, es esencial este tipo de cerramiento.

b) Panel tipo “sándwich” (figura 5.4.3) por ser mas económico y ligero que ningún otro tipo de cerramiento.

c) Cerramiento tipo muro cortina (figura 5.4.2); dado que la ubicación del hangar se caracteriza por tener una gran cantidad de días de sol al año, resulta de utilidad colocar este tipo de muro para aportar luz al interior del edificio y aumentar su eficiencia energética.

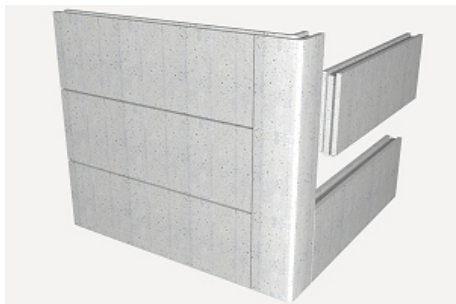


Figura 5.4.1: Muro pesado hormigón

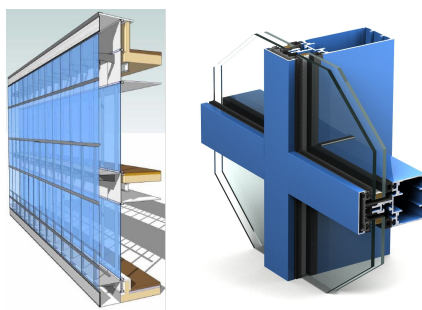


Figura 5.4.2: Detalles de un muro cortina.

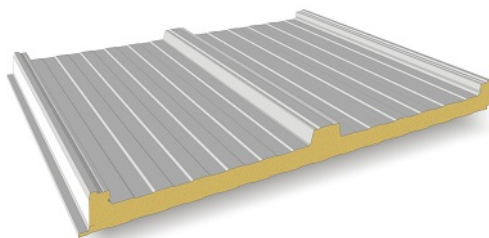


Figura 5.4.3: Panel tipo “sándwich”

### **Fachada puerta y fachada posterior.**

Esta fachada estará compuesta por los siguientes tipos de cerramiento:

1. Muro pesado de hormigón prefabricado (figura 5.4.1) hasta 6,5m de altura, es decir hasta la altura de la puerta en el caso de la fachada frontal.
2. Panel metálico tipo “sándwich” (figura 5.4.3) desde el final del muro pesado hasta la cumbrera.

- La puerta será de acero plegable tipo “acordeón” como podemos ver en el ejemplo de la figura 5.4.5.

*(Nótese que el punto 3 de la anterior enumeración no es aplicable a la fachada posterior)*

Podemos observar una aproximación del aspecto final de este cerramiento en la siguiente figura 5.4.4.

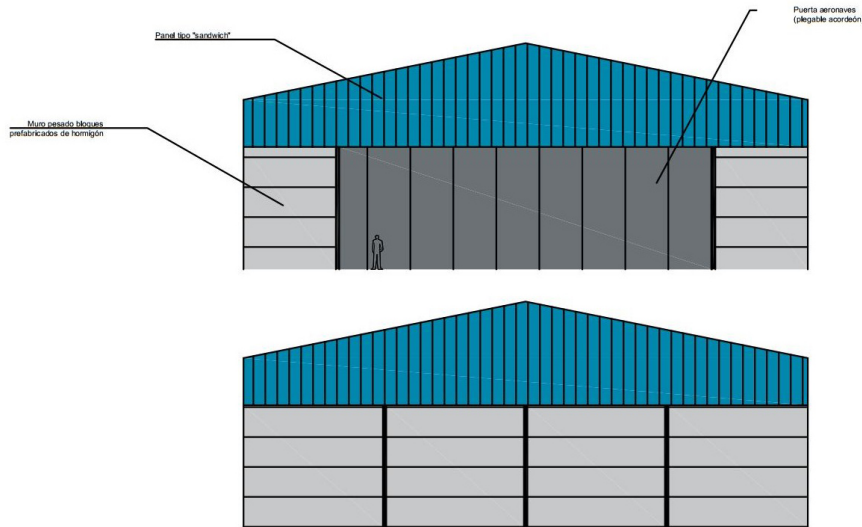


Figura 5.4.4: Aspecto fachadas frontal (imagen superior) y posterior (imagen inferior)

### Fachada lateral.

La fachada lateral estará compuesta por los siguientes tipos de cerramientos (figura 5.4.6):

- Muro pesado de hormigón prefabricado (figura 5.4.1) hasta 6,5m de altura.
- Muro cortina (figura 5.4.2) desde los 6,5m hasta final de pilar lateral (9 metros).

### 5.4.2. Cubierta

La cubierta estará compuesta íntegramente por paneles de acero con aislamiento incorporado, modelo 2 Grecas “ACH”<sup>5</sup>, de 100mm de espesor y 1000mm de ancho que irán montados sobre las correas de la misma.

<sup>5</sup>Modelo comercial extraído del generador de precios de CYPE



Figura 5.4.5: Ejemplo de la puerta de un hangar plegable tipo acordeón

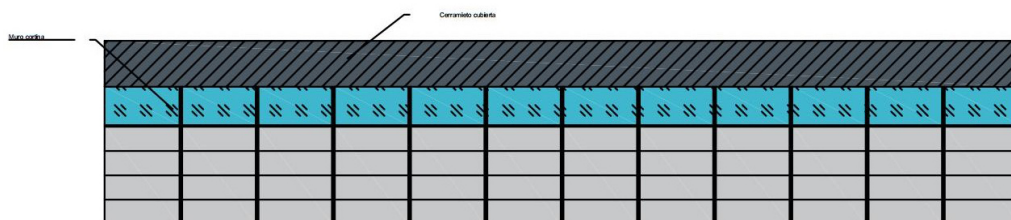


Figura 5.4.6: Aspecto del cerramiento lateral.



## Capítulo 6

# PRESUPUESTO

En este apartado se van a analizar las partidas presupuestarias dedicadas a la obra, podrán consultar el presupuesto detallado en el anexo de presupuesto (Anexo A).

## 6.1. Análisis del presupuesto general.

En relación a una nave convencional, a la hora de entender el presupuesto de esta, hay tener en cuenta que debido a las características constructivas de este tipo de construcciones, objeto de este proyecto, los requerimientos de los diferentes elementos estructurales son mucho mayores y por tanto al requerir perfiles de vigas mas grandes, aumenta considerablemente el volumen de acero requerido y por tanto el precio del mismo, por otro lado el precio del pavimento también se aumenta ya que, debido a que las aeronaves, al ser mas grandes, la carga puntual transmitida al pavimento a través de las ruedas es mayor y, por tanto, este requiere una capa de rodadura mas gruesa y otras características especiales.

### 6.1.1. División porcentual por capítulos.

En el siguiente cuadro 6.1 y en el gráfico 6.1.1 podemos analizar el porcentaje del presupuesto de ejecución material que consume cada parte constructiva de la nave.

El presupuesto se ha dividido en los siguientes capítulos:

#### 1. Acondicionamiento del terreno.

- Esta es la primera fase y corresponde en preparar el terreno para recibir a la construcción, como el terreno ya se encontraba previamente allanado, tan solo es necesario realizar las excavaciones necesarias para poder colocar los cimientos sobre los que se va a levantar la nave.

#### 2. Gestión de residuos

- Transporte de tierras hasta el sitio adecuado.

#### 3. Cimentación.

- Este capítulo corresponde a todos los elementos que corresponden a los cimientos, el hormigón de limpieza, el hormigón estructural que se usado para las zapatas y vigas de atado, así como la ferralla del armado de todos los elementos.

#### 4. Estructuras.

- Este capítulo incluye todos los elementos metálicos que conforman la estructura incluyendo las placas de anclaje.
- Este capítulo se ha dividido en varios subcapítulos que reflejan lo destinado a cada tipo de perfil utilizado.

#### 5. Cerramientos laterales.

- Se compone por los distintos tipos de cerramientos utilizados en la cobertura de las distintas fachadas de la nave.
- Se ha subdivido por tipo de cerramiento indicando el porcentaje del capítulo utilizado por cada tipo de panel.

6. Cubierta

- Corresponde a la parte destinada al techado de la estructura.

7. Pavimentos

- Suelo interior de la nave.

8. Puerta

- Al ser la puerta de la nave de unas características especiales por su tamaño se ha puesto en un capítulo a parte.

9. Puente grúa

- Parte del presupuesto destinada al puente grúa incluyendo transporte, montaje y puesta a punto.

Capítulo	Subcapítulo	Monto asignado Subcapítulo	Monto total	Reparto entre subcapítulos	Reparto entre capítulos
<b>Acondicionamiento del terreno</b>			14.568,08 €		1,52%
	Movimientos de tierra	14.568,08 €		100,00%	
<b>Gestión de residuos</b>			2.046,20 €		0,21%
	Transporte de tierras	2.046,20 €		100,00%	
<b>Cimentaciones</b>			34.975,55 €		3,65%
	Regularización	2.155,27 €		6,16%	
	Zapatas	30.603,01 €		87,50%	
	Vigas de atado	2.217,27 €		6,34%	
<b>Estructuras</b>			315.743,94 €		32,94%
	Perfiles HEA	207.735,20 €		65,79%	
	Perfiles IPE	35.493,89 €		11,24%	
	Perfiles L	3.582,36 €		1,13%	
	Perfiles #	4.412,17 €		1,40%	
	Placas de anclaje	19.151,87 €		6,07%	
	Correas cubierta	22.742,68 €		7,20%	
	Coreas laterales	22.625,77 €		7,17%	
<b>Cerramientos</b>			168.106,40 €		17,54%
	Fachada pesada de hormigón	73.174,40 €		43,53%	
	Muro cortina	78.396,00 €		46,63%	
	Panel Sándwich	16.536,00 €		9,84%	
<b>Cubierta</b>			113.516,41 €		11,84%
	Panel Sándwich cubierta	113.516,41 €		100,00%	
<b>Pavimentos</b>			190.926,00 €		19,92%
	Bases de pavimentación	28.026,00 €		14,68%	
	Pavimento interior	162.900,00 €		85,32%	
<b>Puertas*</b>			45.234,54 €		4,72%
<b>Puerta Grúa</b>			73.338,53 €		7,65%
<b>TOTAL</b>			<b>958.465,65 €</b>		<b>100,00%</b>

Cuadro 6.1: Reparto porcentual de presupuesto dividido por capítulos.

Como podemos observar en el gráfico (6.1.1) la mayor parte del presupuesto corresponde a la estructura metálica de la construcción como cabría esperar, no obstante puede parecer extraño la cantidad de presupuesto destinado al suelo del hangar, eso es debido que al tratarse de aeronaves lo que tiene que soportar, tiene características especiales que no tendría un pavimento interior de una nave industrial al uso.

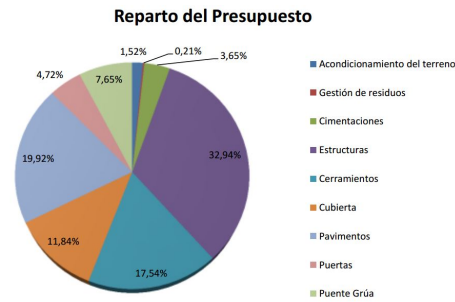


Figura 6.1.1: Gráfico de reparto de presupuesto por capítulos.

# Bibliografía

- [1] Web oficial del aeropuerto de teruel. 1
- [2] Web oficial del gestor de navegación aérea en españa (enaire). 3
- [3] Bombardier. Web oficial bombarider. 1
- [4] CTE. Documento básico se-acero. *BOE(23/10/2007)*, 2007. 3
- [5] CTE. Documento básico seguridad estructural - acciones edificación. *Real Decreto*, 2009. 2, B.2.2, B.2.2
- [6] CTE. *Documento Básico SE-Cemento*. Ministerio de Fomento, BOE 25/01/2008. 1, 2
- [7] Ministerio de Fomento. Instrucción eae. *Real Decreto 751/2011*. 5
- [8] Ministerio de Fomento. Instrucción ehe. *Real Decreto 1247/2008*. 4
- [9] Google. Google imágenes. 1
- [10] Google. Google maps. 2
- [11] CYPE Ingenieros. Manual de cype. 4



Parte II  
ANEXOS





# Anexo A

## Anexos de Presupuesto

### A.1. Presupuesto de ejecución por contrata

## Capítulo N° 1 Acondicionamiento del terreno

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>1.1.- Movimiento de tierras en edificación</b>					
<b>1.1.1.- Excavaciones</b>					
1.1.1.1	M³	Excavación en pozos para cimentaciones en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
		Total m³ :	314,600	45,08	14.182,17
1.1.1.2	M³	Excavación en zanjas para cimentaciones en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
		Total m³ :	14,900	25,90	385,91
		Total subcapítulo 1.1.1.- Excavaciones:			14.568,08
		Total subcapítulo 1.1.- Movimiento de tierras en edificación:			14.568,08
		Parcial N° 1 Acondicionamiento del terreno :			14.568,08

## Capítulo N° 2 Gestión de residuos

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>2.1.- Gestión de tierras</b>					
<b>2.1.1.- Transporte de tierras</b>					
2.1.1.1	M³	Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia no limitada.			
		Total m³ :	329,500	6,21	2.046,20
		Total subcapítulo 2.1.1.- Transporte de tierras:			2.046,20
		Total subcapítulo 2.1.- Gestión de tierras:			2.046,20
		Parcial N° 2 Gestión de residuos :			2.046,20

## Capítulo N° 3 Cimentaciones

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>3.1.- Regularización</b>					
3.1.1	M²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.			
		Total m² :	315,560	6,83	2.155,27
		Total subcapítulo 3.1.- Regularización:			2.155,27

### 3.2.- Superficiales

3.2.1	M <sup>3</sup>	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 15,2 kg/m <sup>3</sup> .			
			Total m <sup>3</sup> :	286,733	106,73
					30.603,01
			Total subcapítulo 3.2.- Superficiales:		30.603,01

### 3.3.- Arriostramientos

3.3.1	M <sup>3</sup>	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 62,5 kg/m <sup>3</sup> .			
			Total m <sup>3</sup> :	14,900	148,81
					2.217,27
			Total subcapítulo 3.3.- Arriostramientos:		2.217,27
			Parcial N° 3 Cimentaciones :		34.975,55

## Capítulo N° 4 Estructuras

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>4.1.- Acero</b>					
4.1.1	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie HEA, con uniones soldadas en obra.			
			Total kg :	98.452,700	2,11
					207.735,20
4.1.2	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.			
			Total kg :	16.821,750	2,11
					35.493,89
4.1.3	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.			
			Total kg :	1.697,800	2,11
					3.582,36
4.1.4	Kg	Acero S275JRC en estructura metálica, con piezas simples de perfiles conformados en frío de la serie #, con uniones soldadas en obra.			
			Total kg :	2.141,830	2,06
					4.412,17
4.1.5	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x650 mm y espesor 22 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 83,481 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	1,000	285,46
					285,46
4.1.6	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x650 mm y espesor 22 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 88,481 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	2,000	291,15
					582,30
4.1.7	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x700 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 103,781 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	1,000	338,59
					338,59
4.1.8	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x450 mm y espesor 18 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 74,3398 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	2,000	64,08
					128,16

4.1.9	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x650 mm y espesor 22 mm, con 8 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 78,481 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	1,000	365,06      365,06
4.1.10	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x450 mm y espesor 18 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 79,3398 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	2,000	76,74      153,48
4.1.11	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 650x900 mm y espesor 35 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 32 mm de diámetro y 146,58 cm de longitud total, soldados.			
			Total Ud :	22,000	786,31      17.298,82

#### 4.1.12.- Estructuras ligeras para cubiertas

4.1.12.1	Kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.			
			Total kg :	9.397,800	2,42      22.742,68
					Total subcapítulo 4.1.12.- Estructuras ligeras para cubiertas:      22.742,68

#### 4.1.13.- Vigas

4.1.13.1	Kg	Acero S275JR en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM con uniones soldadas.			
			Total kg :	11.256,600	2,01      22.625,77
					Total subcapítulo 4.1.13.- Vigas:      22.625,77
					Total subcapítulo 4.1.- Acero:      315.743,94
					Parcial N° 4 Estructuras :      315.743,94

### Capítulo N° 5 Fachadas y particiones

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>5.1.- Fachadas pesadas</b>					
<b>5.1.1.- Paneles prefabricados de hormigón</b>					
5.1.1.1	M²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, montaje horizontal.			
			Total m² :	1.040,000	70,36      73.174,40
					Total subcapítulo 5.1.1.- Paneles prefabricados de hormigón:      73.174,40
					Total subcapítulo 5.1.- Fachadas pesadas:      73.174,40

## 5.2.- Muros cortina

### 5.2.1.- Sistemas de muro cortina

- 5.2.1.1 M<sup>2</sup> Muro cortina de aluminio realizado mediante el sistema vidrio estructural (VEE) con rotura de puente térmico, de "TECHNAL", con estructura portante calculada para una sobrecarga máxima debida a la acción del viento de 60 kg/m<sup>2</sup>, compuesta por una reticula con una separación entre montantes de 150 cm y una distancia entre ejes del forjado o puntos de anclaje de 250 cm; cerramiento compuesto de un 40% de superficie opaca (antepechos, cantos de forjado y falsos techos) y un 60% de superficie transparente fija con doble acristalamiento templado de control solar, color azul, 6/6/6.

Total m <sup>2</sup> :	300,000	261,32	78.396,00
Total subcapítulo 5.2.1.- Sistemas de muro cortina:			78.396,00
Total subcapítulo 5.2.- Muros cortina:			78.396,00

## 5.3.- Fachadas ligeras

### 5.3.1.- Paneles metálicos con aislamiento

- 5.3.1.1 M<sup>2</sup> Cerramiento de fachada formado por panel sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor y 900 mm de ancho, formado por dos paramentos, el exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y el interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m<sup>3</sup>, con sistema de fijación oculto.

Total m <sup>2</sup> :	240,000	68,90	16.536,00
Total subcapítulo 5.3.1.- Paneles metálicos con aislamiento:			16.536,00
Total subcapítulo 5.3.- Fachadas ligeras:			16.536,00
Parcial N° 5 Fachadas y particiones :			168.106,40

## Capítulo N° 6 Cubiertas

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

### 6.1.- Inclinas

#### 6.1.1.- Paneles metálicos

- 6.1.1.1 M<sup>2</sup> Cubierta inclinada de paneles de acero con aislamiento incorporado, modelo 2 Grecas "ACH", de 100 mm de espesor y 1000 mm de ancho, con una pendiente mayor del 10%.

Total m <sup>2</sup> :	1.835,647	61,84	113.516,41
Total subcapítulo 6.1.1.- Paneles metálicos:			113.516,41
Total subcapítulo 6.1.- Inclinas:			113.516,41
Parcial N° 6 Cubiertas :			113.516,41

## Capítulo N° 7 Revestimientos y trasdosados

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>7.1.- Pavimentos</b>					
<b>7.1.1.- Sistemas de pavimentos</b>					
7.1.1.1	M²	Pavimento industrial polimérico constituido por solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual; tratada superficialmente con capa de rodadura de 4,0 a 8,0 mm de espesor, con recubrimiento de resina epoxi, MasterTop 1240 Polykit "BASF", previa imprimación con MasterSeal P 385 "BASF", para suelos no absorbentes, con espolvoreo de árido para un acabado antideslizante, y capa de acabado de resina epoxi de color verde RAL 6021.			
		Total m² :	1.800,000	90,50	162.900,00
		Total subcapítulo 7.1.1.- Sistemas de pavimentos:			162.900,00
<b>7.1.2.- Bases de pavimentación y grandes recrecidos</b>					
7.1.2.1	M²	Base para pavimento, de mortero M-15 armado con malla electrosoldada ME 20x20 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, de 4 cm de espesor, maestreada y fratasada.			
		Total m² :	1.800,000	15,57	28.026,00
		Total subcapítulo 7.1.2.- Bases de pavimentación y grandes recrecidos:			28.026,00
		Total subcapítulo 7.1.- Pavimentos:			190.926,00
		Parcial N° 7 Revestimientos y trasdosados :			190.926,00

## Capítulo N° 8 Carpintería, vidrios y protecciones solares

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>8.1.- Puertas</b>					
<b>8.1.1.- De garaje</b>					
8.1.1.1	Ud	Puerta corredera suspendida para garaje, 400x250 cm, formada por chapa de acero galvanizada y plegada, panel liso acanalado, acabado galvanizado sendzimir, apertura automática.			
		Total Ud :	13,000	3.479,58	45.234,54
		Total subcapítulo 8.1.1.- De garaje:			45.234,54
		Total subcapítulo 8.1.- Puertas:			45.234,54
		Parcial N° 8 Carpintería, vidrios y protecciones solares :			45.234,54

## Capítulo N° 9 Puente Grúa

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
9.1	Ud	Puente Grúa Interior Birail			
		Total Ud :	1,000	73.388,53	73.388,53
		Parcial N° 9 Puente Grúa :			73.388,53

Capítulo	Importe (€)
<b>A Acondicionamiento del terreno</b>	
AD Movimiento de tierras en edificación	
ADE Excavaciones	14.568,08
Total AD Movimiento de tierras en edificación :	14.568,08
<b>Total A Acondicionamiento del terreno :</b>	<b>14.568,08</b>
<b>G Gestión de residuos</b>	
GT Gestión de tierras	
GTA Transporte de tierras	2.046,20
Total GT Gestión de tierras :	2.046,20
<b>Total G Gestión de residuos :</b>	<b>2.046,20</b>
<b>C Cimentaciones</b>	
CR Regularización	2.155,27
CS Superficiales	30.603,01
CA Arriostramientos	2.217,27
<b>Total C Cimentaciones :</b>	<b>34.975,55</b>
<b>E Estructuras</b>	
EA Acero	
EAT Estructuras ligeras para cubiertas	22.742,68
EAV Vigas	22.625,77
Total EA Acero :	315.743,94
<b>Total E Estructuras :</b>	<b>315.743,94</b>
<b>F Fachadas y particiones</b>	
FP Fachadas pesadas	
FPP Paneles prefabricados de hormigón	73.174,40
Total FP Fachadas pesadas :	73.174,40
FM Muros cortina	
FMY Sistemas de muro cortina	78.396,00
Total FM Muros cortina :	78.396,00
FL Fachadas ligeras	
FLM Paneles metálicos con aislamiento	16.536,00
Total FL Fachadas ligeras :	16.536,00
<b>Total F Fachadas y particiones :</b>	<b>168.106,40</b>
<b>Q Cubiertas</b>	
QT Inclínadas	
QTM Paneles metálicos	113.516,41
Total QT Inclínadas :	113.516,41
<b>Total Q Cubiertas :</b>	<b>113.516,41</b>
<b>R Revestimientos y trasdosados</b>	
RS Pavimentos	
RSI Sistemas de pavimentos	162.900,00
RSB Bases de pavimentación y grandes recrecidos	28.026,00
Total RS Pavimentos :	190.926,00
<b>Total R Revestimientos y trasdosados :</b>	<b>190.926,00</b>
<b>L Carpintería, vidrios y protecciones solares</b>	
LP Puertas	
LPG De garaje	45.234,54

Total LP Puertas :	45.234,54
<b>Total L Carpintería, vidrios y protecciones solares :</b>	<b>45.234,54</b>

**PG Puente Grúa** **73.388,53**

<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>958.505,65</b>
13% de gastos generales	124.605,73
6% de beneficio industrial	57.510,34
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>1.140.621,72</b>
21% IVA	239.530,56
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>1.380.152,29</b>

**Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de UN MILLÓN TRESCIENTOS ONHEINTA MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CON VEININUEVE CÉNTIMOS.**



# Anexo de calculos B

## Anexo de Cálculo

### B.1. Tipo de estructura

Para la construcción de un hangar de grandes dimensiones se suele optar por construcciones tipo cerchas o arqueadas ya que el menor peso del primer tipo o mejor distribución de cargas a lo largo de las vigas en el segundo caso, permiten abarcar luces mucho mas grandes.

Nuestro hangar, como bien se ha descrito en la memoria, estaría destinado a aeronaves de tamaño medio es decir, aviones de pocos pasajeros o “buisness jet” del estilo que podemos observar en la imagen 2.1.1 situada en el primer capítulo de la memoria. Por lo tanto se ha optado por una estructura constructiva mente mas sencilla que es un pórtico a dos aguas comúnmente usado en hangares de este tamaño como podemos ver en la imagen de la derecha de la figura 5.0.1. Podemos observar la estructura planteada en la siguiente figura (B.1.1) donde vemos el boceto de la estructura ya con una aeronave en su interior y un operario en la puerta.

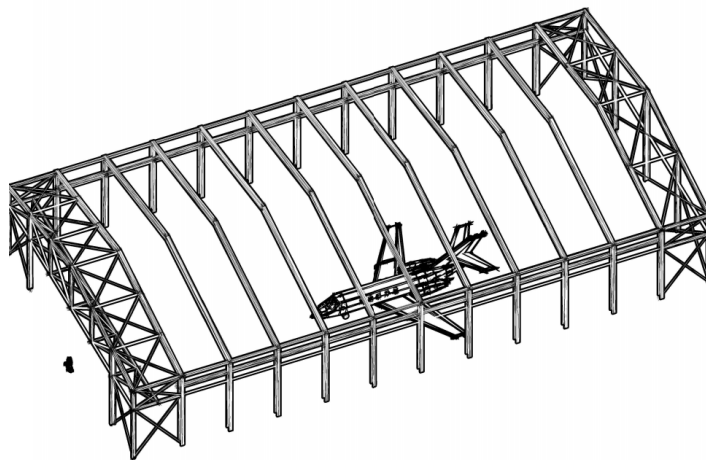


Figura B.1.1: Boceto 3D de la estructura

Además la presente estructura contará con un puente grúa de 5 toneladas de capacidad para facilitar las tareas de mantenimiento de las aeronaves que se hallen en su interior.

En este anexo, se van a mostrar los resultados matemáticos de cómo afectan a la estructura los diferentes tipos de acciones contempladas en el Código técnico en el DB-SE.

## B.2. Acciones

Las acciones que actúan sobre la estructura pueden ser permanentes o variables.

### B.2.1. Acciones permanentes

Las acciones permanentes son aquellas que son prácticamente inalterables durante toda la vida del edificio y esta es fundamentalmente su peso propio (estructura más cerramientos).

Teniendo en cuenta las mediciones realizadas a través del programa informático CYPE el peso propio de la estructura que nos ocupa es de 139,77 toneladas, contando con todos los elementos estructurales incluidas las correas.

Esta acción es puramente gravitatoria.

### B.2.2. Acciones variables

Estas acciones son las causadas por los efectos climatológicos de la zona así como los distintos tipos de sobrecargas de uso que pueda tener un edificio. En nuestro caso las sobrecargas de uso que deberá soportar la estructura serán las de las labores de mantenimiento en la cubierta (cuando sean necesarias i nunca simultáneamente a fuertes acciones climatológicas) así como el peso que tenga que levantar el puente grúa en el interior de la nave. Estas últimas sobrecargas se transmitirían desde el puente a la viga carrilera, de esta a las ménsulas, de ahí a los pilares, placas de anclaje, cimentación y terreno.

Por último existe el valor casi permanente que se asigna cuando la acción variable esta presente mas allá del 50 % del tiempo de referencia.

#### Sobrecarga de uso

Como se ha indicado anteriormente esta es la causada por el uso normal del edificio, esta sobrecarga se supone uniforme a lo largo de toda la superficie.

En base a la tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE [5] se considera que para cubiertas ligeras (como es el caso de la cubierta tipo sándwich) sobre correas accesibles únicamente para mantenimiento (G1) la sobrecarga es de  $0.4\text{KN/m}^2$ .

## Puente grúa

La categoría de sobrecarga considerada debido al funcionamiento del puente grúa sería la categoría de uso E que, aunque en la tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE se especifica que esta sobrecarga es para “zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros”, dado que la función del puente grúa no es otra que la de mover cargas pesadas por todo el plano de la nave es como si a la altura de las ménsulas estuviesen circulando vehículos, puede ser considerada también para nuestro caso. La sobrecarga estipulada en dicha tabla para tal caso sería de  $2\text{KN/m}^2$ . Además se tienen en cuenta las sobrecargas puntuales causadas por la aceleración y el frenado del puente, así como las cargas puntuales sobre los raíles dependiendo de la posición del carro.

## Viento

“La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.”[5]

Por lo tanto dependerá mucho de la zona en la que esté ubicado.

La acción del viento puede expresarse como:

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

- La  $q_b$  es la presión dinámica del viento y depende del emplazamiento geográfico.
- El  $C_e$  es el coeficiente de exposición varia con la altura del punto y de la aspereza (línea de costa, zona arbolada, ciudad...) del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.
- $C_p$  es el coeficiente eólico y depende de la forma y la orientación de la superficie con respecto al viento.

Todo ello da como resultado la presión estática que será la carga por metro cuadrado que actúe sobre la superficie.

## Nieve

Depende de la zona geográfica donde este situada la construcción, en nuestro caso es un elemento muy a considerar ya que Teruel se encuentra una altitud considerable donde las precipitaciones en forma de nieve son muy frecuentes.

En nuestro caso la sobrecarga por nieve considerada es de  $1,505\text{KN/m}^2$  ya consideradas la inclinación de la cubierta de la nave y el valor característico de carga de nieve para una construcción en Teruel.

## B.3. Materiales utilizados

Los diferentes materiales que se han usado en la estructura del edificio son los siguientes:

1. Acero laminado y conformado para los diferentes tipos de vigas que conforman la estructura, características de los cuales podemos observar a continuación:

Materiales utilizados							
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha_1$	$\gamma$
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m )
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S275	210000.00	0.300	80769.23	275.00	0.000012	77.01

2. Hormigón de cimentación de la clase HA-25/B/IIa hormigón mas típico usado en las cimentaciones cuya ficha de características podemos encontrar en la EHE 08.
3. Acero B 500S usado en los elementos de anclaje y en los armados de la cimentación.

## B.4. Cálculos

Todos los cálculos de ahora en adelante presentados se han realizado mediante el software de cálculo estructural CYPE 3D. Para ello primeramente se ha dispuesto la geometría básica de la nave al programa, la ubicación del hangar para considerar las condiciones climatológicas de la zona en los cálculos y todas las características especiales que tiene la nave como por ejemplo las cargas puntuales causadas por el puente grúa que son las expuestas anteriormente en la subsección de puente grúa.

Posteriormente se ha ido dimensionando la nave para optimizar el perfil utilizado en cada caso, durante esta fase de dimensionado se decidió añadir la viga durmiente al pórtico de fachada frontal.

Para acabar se dimensionaron los elementos de la cimentación y se realizaron las mediciones de todos los elementos para poder presupuestarlos.

Para este anexo de cálculos se ha optado por mostrar exclusivamente los resultados mas significativos (los estados límite últimos o ELU) de cada elemento estructural por razones de espacio.

## B.5. Pórtico fachada puerta

### B.5.1. Pilar exterior

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, IPE 270.

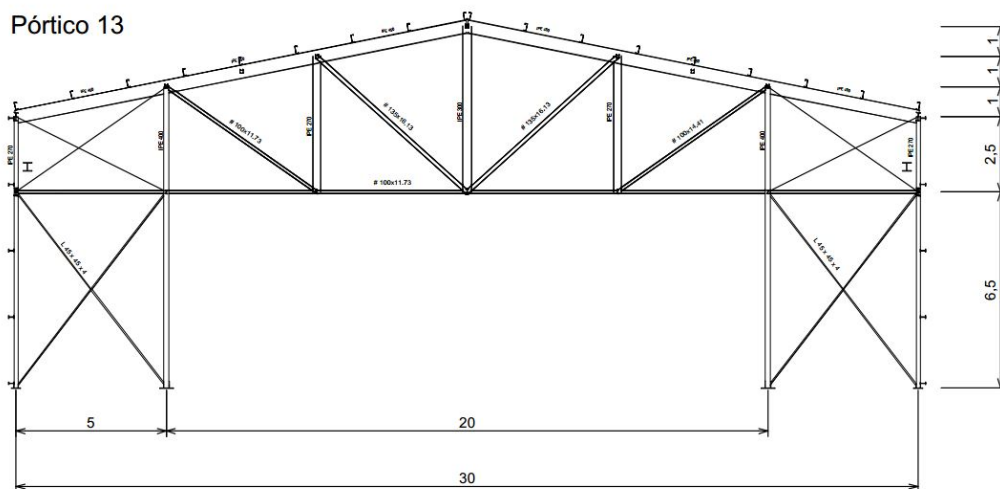


Figura B.5.1: Pórtico 13

2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90

3. Comprobación ELU

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N63/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.5 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 33.1$	x: 0 m $\eta = 25.4$	x: 0 m $\eta = 74.3$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 95.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 6.5 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 95.4$
N74/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.5 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 50.5$	x: 0 m $\eta = 4.1$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 80.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 80.2$

B.5.2. Pilar interior

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, HEA 400.

2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.10

3. Comprobación ELU

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N71/N76	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.5 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 25.8$	x: 0 m $\eta = 64.0$	x: 0 m $\eta = 5.9$	x: 0 m $\eta = 21.1$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 73.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 9.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 73.0$
N76/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.5 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 10.6$	x: 0 m $\eta = 28.5$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 3.5 m $\eta = 7.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 35.6$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 35.6$

### B.5.3. Arriostramiento central

(Tramo más solicitado)

#### 1. Descripción:

- Acero Conformado, S275, #100.11,73.

#### 2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>y</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>z</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero conformado	S275	1	# 100x11.73, (#)	14.94	6.40	6.40	225.78	225.78	361.82

#### 3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N114/N115	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 47.0$	$\eta = 68.9$	x: 5 m $\eta = 3.7$	x: 5 m $\eta = 15.8$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 87.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.2$

### B.5.4. Cercha

Montante (más solicitado)

#### 1. Descripción:

- Acero Conformado, S275, #100.11,73.

#### 2. Características mecánicas:

(se ha descrito en el punto B-1.2-2)

#### 3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N115/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.5 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 20.9$	x: 4.5 m $\eta = 2.1$	x: 2.475 m $\eta = 32.9$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.475 m $\eta = 68.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.2$	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 68.7$

### Diagonal (más solicitada)

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, HEA 600.

2. Características mecánicas:

Punto B.1.3/2

3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N115/N69	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.103 m $\eta = 33.4$	x: 0 m $\eta = 21.4$	x: 6.103 m $\eta = 19.3$	x: 6.103 m $\eta = 45.5$	x: 6.103 m $\eta = 2.5$	x: 6.103 m $\eta = 6.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.103 m $\eta = 87.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.4$	x: 6.103 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.1$

### B.5.5. CSA

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, L 45x45x4.

2. Características mecánicas:

(se ha descrito en el punto B-1.2-2)

3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N70/N73	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 62.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ 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.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 62.6$

### B.5.6. Viga contra viento (VCV)

#### Montante (más solicitado)

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, #100.8,96.

2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero conformado	S275	1	# 100x8.96, (#)	11.40	4.85	4.85	176.77	176.77	278.63

3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N110/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 25.9$	x: 5 m $\eta = 36.4$	x: 5 m $\eta = 12.4$	x: 0 m $\eta = 1.3$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5 m $\eta = 67.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 4.6$	x: 5 m $\eta = 0.6$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 67.0$

## Diagonal (más solicitada)

### 1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, L60x60x4.

### 2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>y</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>z</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	L 60 x 60 x 4, (L)	4.71	2.24	2.24	15.78	15.78	0.25

### 3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)												Estado		
	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N59/N69	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 76.4$	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(1)	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(2)	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(2)	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(3)	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 76.4$

## B.6. Viga durmiente

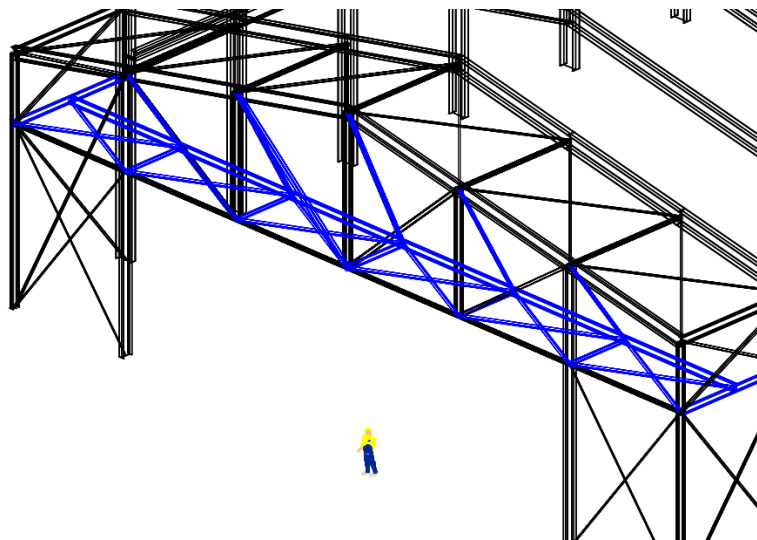


Figura B.6.1: Figura 3D de la estructura con la viga durmiente y sus arriostramientos remarcados en azul

Debido al vuelo de la barra de arriostramiento que sobrepasa la puerta, es necesario colocar detrás de la misma una viga durmiente, cuya única función es la de actuar como refuerzo de la primera contra las acciones de viento. Esta viga al mismo tiempo va sujeta con tensores a la jácena del pórtico de fachada mediante tirantes. El apoyo de la vigueta de arriostramiento con esta viga se hace mediante cuadros arriostrados formados por montantes y diagonales (en



ambas direcciones del cuadro). Todo esto se puede ver mejor en el plano anexo correspondiente a la viga durmiente, el plano 4.1.

A continuación se adjunta un cuadro que resume los resultados obtenidos en la ELU de los distintos elementos que conforman esta construcción:

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N165/N164	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.8$	$\eta = 62.9$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 6.9$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 1.8$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 1.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 70.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\times 5 \text{ m}$ $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 70.3$
N165/N114	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 8.0$	$\times 2.5 \text{ m}$ $\eta = 50.9$	$\times 2.5 \text{ m}$ $\eta = 2.6$	$\times 2.5 \text{ m}$ $\eta = 6.8$	$\times 2.5 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\times 2.5 \text{ m}$ $\eta = 53.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 53.6$
N165/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\times 6.042 \text{ m}$ $\eta = 4.4$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 12.5$	$\times 6.042 \text{ m}$ $\eta = 35.7$	$\times 6.042 \text{ m}$ $\eta = 1.7$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 1.2$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\times 6.042 \text{ m}$ $\eta = 51.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta = 0.6$	$\times 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 51.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N165/N115	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$N.P.(6)$	$N.P.(6)$	$N.P.(7)$	$N.P.(8)$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$N.P.(2)$	$N.P.(2)$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 9.0$
N114/N164	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 13.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$N.P.(6)$	$N.P.(6)$	$N.P.(7)$	$N.P.(8)$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$N.P.(2)$	$N.P.(2)$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 13.7$

## B.7. Pórtico de fachada posterior

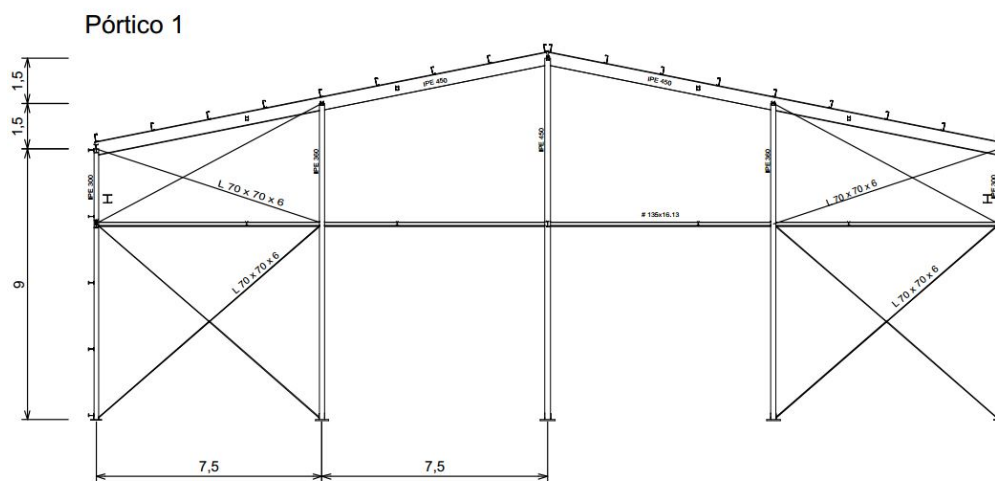


Figura B.7.1: Pórtico de fachada posterior

Debido a la singularidad de la construcción este pórtico de fachada es distinto al de la puerta de entrada.

A continuación se expone el resultado de flechas y ELU de los elementos más característicos del pórtico que son el pilar central (IPE 450) una de las jácenas (IPE450) la viga de arriostramiento y uno de los tensores de la CSA

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)
N72/N79	9.375	27.80	2.344	3.97	10.781	47.33	2.344	6.74
	9.375	L(>1000)	2.344	L(>1000)	9.375	L(>1000)	2.344	L(>1000)
N81/N79	8.064	0.00	6.823	0.00	8.064	0.00	9.304	0.00
	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)	-	L(>1000)
N84/N5	7.050	3.01	6.775	15.97	7.050	6.02	7.050	23.54
	7.050	L(>1000)	6.775	L/751.6	7.050	L(>1000)	6.775	L/751.7
N4/N78	3.442	2.19	3.442	1.73	3.442	3.39	3.442	2.74
	3.442	L(>1000)	3.442	L(>1000)	3.442	L(>1000)	3.442	L(>1000)
N78/N5	3.824	2.69	4.207	0.74	3.824	4.26	4.207	1.11
	3.824	L(>1000)	4.207	L(>1000)	3.824	L(>1000)	4.207	L(>1000)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N116/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 3.7$	$\eta = 2.1$	$x \ 7.5 \text{ m}$ $\eta = 6.7$	$x \ 7.5 \text{ m}$ $\eta = 7.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 0.7$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x \ 7.5 \text{ m}$ $\eta = 13.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.7$	$x \ 7.5 \text{ m}$ $\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 13.0$
N84/N116	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x \ 6.5 \text{ m}$ $\eta = 1.5$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 15.7$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 69.1$	$x \ 6.5 \text{ m}$ $\eta = 1.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 16.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 73.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 73.4$
N116/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 2.1$	$x \ 5.5 \text{ m}$ $\eta = 10.0$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 33.0$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 2.9$	$x \ 5.5 \text{ m}$ $\eta = 8.5$	$\eta < 0.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x \ 0.55 \text{ m}$ $\eta = 39.4$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 39.4$
N4/N78	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x \ 7.649 \text{ m}$ $\eta = 2.9$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 11.9$	$x \ 7.649 \text{ m}$ $\eta = 3.9$	$x \ 7.649 \text{ m}$ $\eta = 6.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x \ 7.649 \text{ m}$ $\eta = 14.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 2.1$	$x \ 7.649 \text{ m}$ $\eta = 2.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 14.4$	
N78/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x \ 7.649 \text{ m}$ $\eta = 4.7$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 3.6$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 11.8$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 4.6$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 5.5$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 17.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 2.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 17.6$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N81/N79	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 11.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(6)	N.P.(7)	N.P.(8)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 11.1$

### B.7.1. Viga contra viento

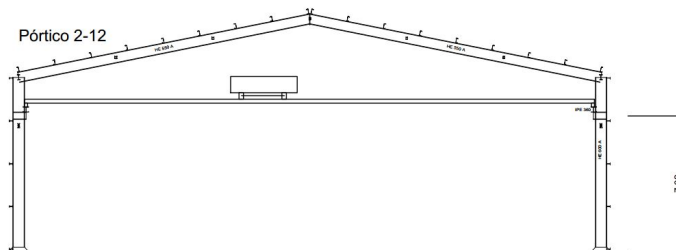
Como la separación de pilares en este pórtico de fachada no es igual que el de el otro, sus vigas contra viento tampoco, por lo tanto a continuación detallamos los resultados de las del calculo del ELU (un montante i dos diagonales)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$		$M_y V_z$	$M_z V_y$
N78/N112	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$\eta = 73.4$	$x \ 3.438 \text{ m}$ $\eta = 5.9$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 8.6$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 0.5$	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x \ 5 \text{ m}$ $\eta = 82.9$	$\eta < 0.1$	$\eta = 7.4$	$x \ 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 82.9$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N112/N5	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 24.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 24.9$
N78/N10	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 12.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(2)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(6)	N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	N.P.(8)	N.P.(8)	CUMPLE $\eta = 12.6$

### B.8. Pórticos interiores



### B.8.1. Pilar.

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, HEA 600.

2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 600 A, (HEA)	226.50	112.50	63.18	141200.00	11270.00	397.80

3. Comprobación ELU

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N33/N102	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.5 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 8.8$	x: 0 m $\eta = 57.8$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 17.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 66.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 66.1$
N102/N150	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 0.7 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 6.1$	x: 0.7 m $\eta = 46.2$	x: 0.7 m $\eta = 3.3$	x: 0 m $\eta = 17.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.7 m $\eta = 53.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 10.0$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 53.4$
N150/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.8 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 1.8 m $\eta = 71.6$	x: 1.8 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 17.7$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.8 m $\eta = 78.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 10.7$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 78.0$

### B.8.2. Jácena

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, HEA 550.

2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 550 A, (HEA)	211.80	108.00	55.35	111900.00	10820.00	351.50

3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N34/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 15.297 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 11.9$	x: 0 m $\eta = 82.9$	x: 0 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 21.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 87.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.3$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 87.5$

### B.8.3. Ménsulas

1. Descripción:

- Acero Laminado, S275, IPE 300.

## 2. Características mecánicas:

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.30

## 3. Comprobación ELU

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N149/N150	$\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$x: 0.38 \text{ m}$ $\eta = 15.0$	$x: 0.38 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$x: 0.38 \text{ m}$ $\eta = 22.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0.19 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$x: 0.38 \text{ m}$ $\eta = 15.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.3$	$x: 0.38 \text{ m}$ $\eta = 20.9$	$\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 22.5$

## B.9. Fachada lateral

A continuación detallamos las ELU de los elementos mas característicos de la fachada lateral que son: la viga perimetral, la viga de arriostramiento y una de las dos CSA:

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
N8/N79	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 59.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ 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.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 59.9$	
N3/N96	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 55.7$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	$M_{Ed} = 0.00$ 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.(5)	N.P.(6)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 55.7$	
Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	$N_t$	$N_c$	$M_y$	$M_z$	$V_z$	$V_y$	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	$M_t$	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N34/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 4.3$	$\eta = 6.2$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 6.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 2.3$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 1.4$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 11.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	<b>CUMPLE</b> $\eta = 11.4$
N102/N103	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.2$	$\eta = 9.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 9.5$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 1.4$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.5$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 19.2$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.4$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 19.2$
N79/N96	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w, \max}$ Cumple	$\eta = 2.9$	$\eta = 11.8$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 11.6$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 7.9$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 2.6$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 22.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 0.6$	$x: 5 \text{ m}$ $\eta = 0.1$	<b>CUMPLE</b> $\eta = 22.7$

## B.10. Uniones

### B.10.1. Placas de anclaje

Vamos a detallar el cálculo de la placa de anclaje de tipo 2 ya que es la más numerosa ya que corresponde a todos los pilares de los pórticos interiores:

Referencia: <b>Unión de Tipo 2 (placa anclaje)</b>		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 120 mm Calculado: 187 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: 48.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 40 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:  - Cortante:  - Tracción + Cortante:	Máximo: 288.91 kN Calculado: 233.77 kN  Máximo: 202.24 kN Calculado: 25.99 kN  Máximo: 288.91 kN Calculado: 270.89 kN	Cumple  Cumple  Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 403.2 kN Calculado: 233.77 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 189.668 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 733.33 kN Calculado: 25.99 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 70.9683 MPa Calculado: 81.3047 MPa Calculado: 203.457 MPa Calculado: 209.954 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2924.19 Calculado: 2705.06 Calculado: 5717.75 Calculado: 5536.45	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 178.71 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

## **B.11. Cimentación**

### **B.11.1. Zapatas**



Referencia: N70 (Zapata Tipo A)		
Dimensiones: 295 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0390438 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0376704 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0802458 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2042.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 7.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 69.07 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 179.66 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 58.17 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 183.25 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE Ingenieros	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 207.3 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N70:	Mínimo: 54 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: N70		
Dimensiones: 295 x 295 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Longitud de anclaje:  Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul>	<p>Mínimo: 15 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calculado: 74 cm</li> <li>Calculado: 74 cm</li> <li>Calculado: 63 cm</li> <li>Calculado: 63 cm</li> <li>Calculado: 74 cm</li> <li>Calculado: 74 cm</li> <li>Calculado: 63 cm</li> <li>Calculado: 63 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> </ul>
Se cumplen todas las comprobaciones		



Referencia: N61 (Zapata tipo B) Dimensiones: 275 x 275 x 65 Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0265851 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0226611 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0365913 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: 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. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Reserva seguridad: 95.7 % Reserva seguridad: 58.5 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Momento: 43.25 kN·m Momento: 39.40 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Cortante: 37.47 kN Cortante: 34.53 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE Ingenieros</li> </ul>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 145.6 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N61:	Mínimo: 44 cm Calculado: 58 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0002 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Máximo: 30 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> </ul>	Mínimo: 10 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N61		
Dimensiones: 275 x 275 x 65		
Armados: Xi:Ø12c/19 Yi:Ø12c/19 Xs:Ø12c/19 Ys:Ø12c/19		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 61 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 61 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 69 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 61 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 61 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N31 (Zapata tipo C) Dimensiones: 284 x 334 x 115 Armados: Xi: Ø20c/30 Yi: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.10997 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.144698 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.220235 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: 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. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Reserva seguridad: 1593.8 % Reserva seguridad: 33.9 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Momento: 96.89 kN·m Momento: 873.90 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Cortante: 12.95 kN Cortante: 446.94 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> Criterio de CYPE Ingenieros	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 124.4 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 115 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N31:	Mínimo: 65 cm Calculado: 106 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0009 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> </ul>	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N31		
Dimensiones: 284 x 334 x 115		
Armados: Xi: Ø20c/30 Yi: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 41 cm Calculado: 167 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 175 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N1 (Zapata tipo D)		
Dimensiones: 220 x 220 x 60		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0309015 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0285471 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.063765 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 178.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 44.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 23.89 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 43.16 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 22.46 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 42.58 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE Ingenieros	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 120 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 40 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 220 x 220 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 36 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N84 (Zapata tipo E) Dimensiones: 300 x 300 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0590562 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0527778 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.118211 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: 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. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Reserva seguridad: 58173.7 % Reserva seguridad: 1.1 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Momento: 51.84 kN·m Momento: 261.22 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Cortante: 34.92 kN Cortante: 260.06 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE Ingenieros</li> </ul>	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 110.6 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N84:	Mínimo: 49 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0006 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> </ul>	Mínimo: 10 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm Calculado: 27 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N84		
Dimensiones: 300 x 300 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 63 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 50 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Referencia: N33 (Zapata tipo F) Dimensiones: 284 x 334 x 115 Armados: Xi: Ø20c/30 Yi: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión media en situaciones persistentes:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:</li> <li>- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:</li> </ul>	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.10997 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.144698 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.220235 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: 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. <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Reserva seguridad: 1589.3 % Reserva seguridad: 33.9 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Momento: 95.05 kN·m Momento: 840.64 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- En dirección X:</li> <li>- En dirección Y:</li> </ul>	Cortante: 12.75 kN Cortante: 433.50 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Situaciones persistentes:</li> </ul> Criterio de CYPE Ingenieros	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 122 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 115 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 65 cm Calculado: 106 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0008 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parrilla inferior:</li> <li>- Parrilla superior:</li> </ul>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm Calculado: 20 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> <li>- Armado superior dirección Y:</li> </ul>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inferior dirección X:</li> <li>- Armado inferior dirección Y:</li> <li>- Armado superior dirección X:</li> </ul>	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: N33		
Dimensiones: 284 x 334 x 115		
Armados: Xi: Ø20c/30 Yi: Ø20c/30 Xs: Ø20c/30 Ys: Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 39 cm Calculado: 167 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 38 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 175 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: N80 (Zapata tipo G)		
Dimensiones: 315 x 315 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE Ingenieros		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0337464 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0328635 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0677871 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 5734.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 15.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 46.98 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 193.01 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 36.59 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 178.64 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE Ingenieros	Máximo: 5000 kN/m <sup>2</sup> Calculado: 116.2 kN/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N80:	Mínimo: 44 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple

Referencia: N80		
Dimensiones: 315 x 315 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Longitud de anclaje:  Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Armado inf. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado inf. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia der:</li> <li>- Armado sup. dirección X hacia izq:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</li> <li>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</li> </ul>	<p>Mínimo: 15 cm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Calculado: 80 cm</li> <li>Calculado: 80 cm</li> <li>Calculado: 70 cm</li> <li>Calculado: 70 cm</li> <li>Calculado: 80 cm</li> <li>Calculado: 80 cm</li> <li>Calculado: 70 cm</li> <li>Calculado: 70 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> <li>Cumple</li> </ul>
Se cumplen todas las comprobaciones		

### B.11.2. Vigas de atado

A continuación se resume el cálculo de una de las vigas de atado (todas las demás presentaban resultados casi idénticos):

<b>Referencia: C.1 [N80-N84] (Viga de atado)</b> -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
<b>Información adicional:</b> - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



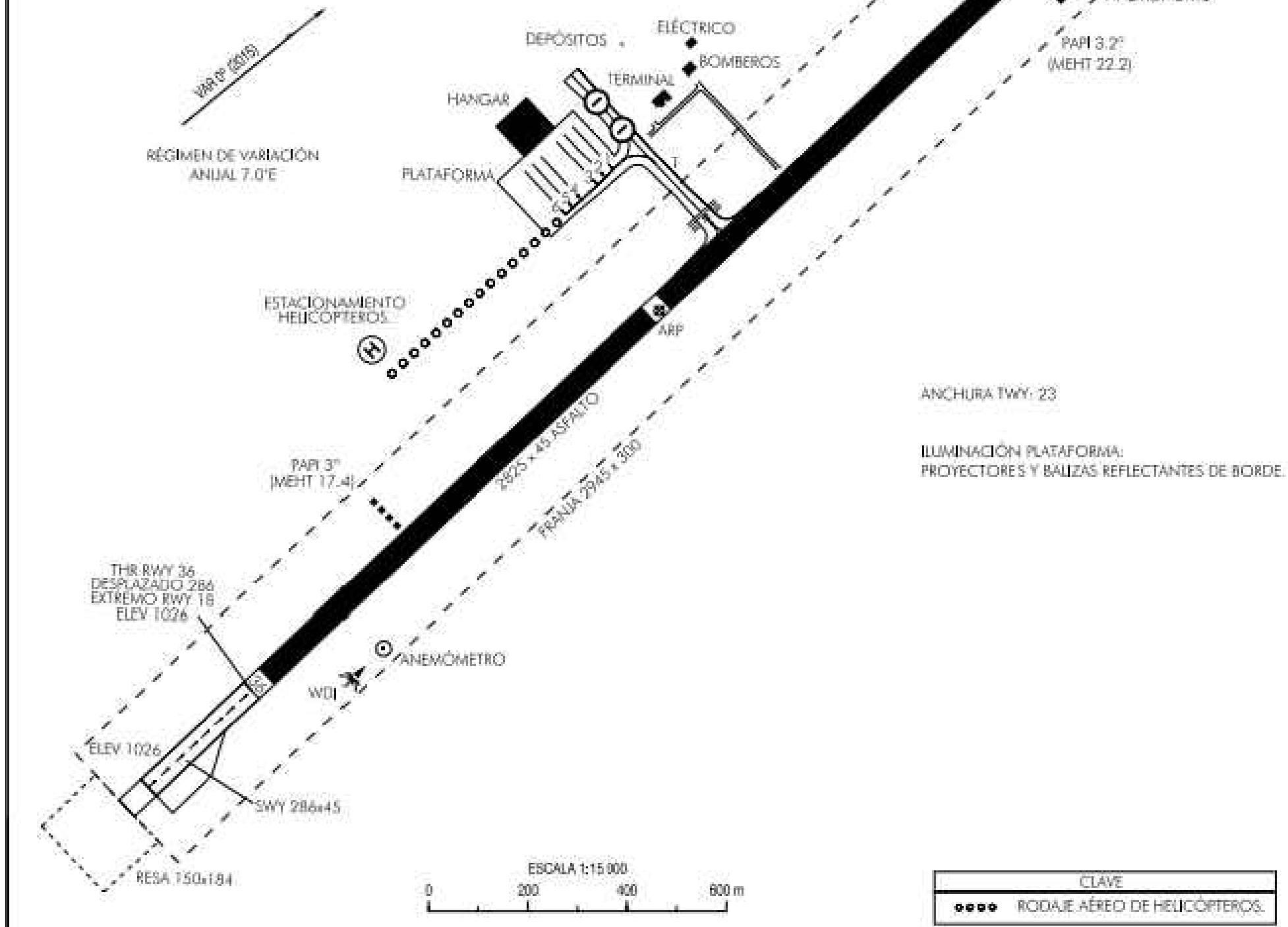
# C

## Planos

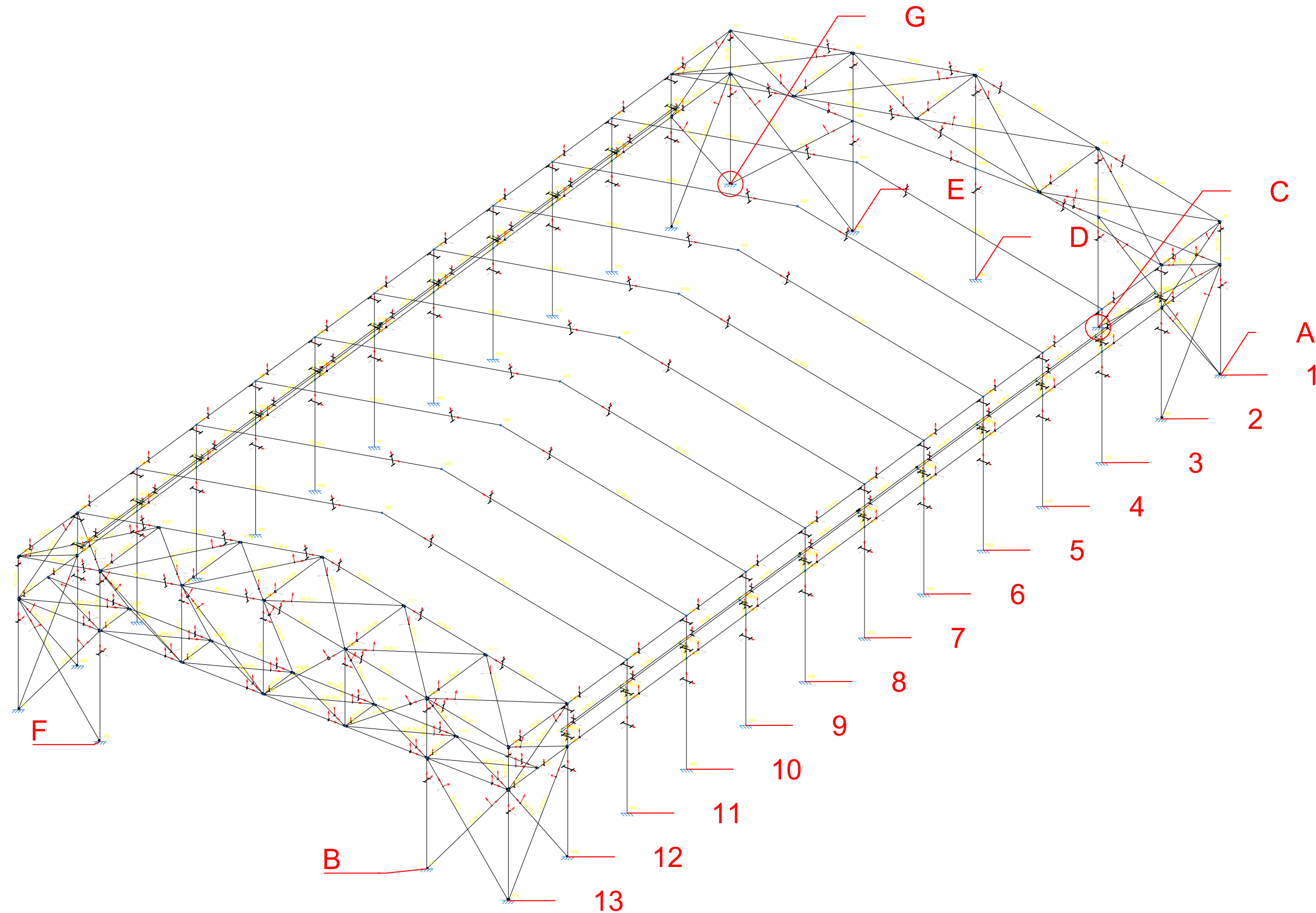
1. Plano del aeropuerto
2. Vista 3D
3. Planta de la nave
4. Pórticos de fachada
  - 4.1. Viga durmiente
5. Fachada lateral y pórtico interior
6. Viga carrilera
7. Cubierta
8. Placas de anclaje
9. Uniones
10. Detalle zapatas
11. Vigas de atado
12. Aspecto fachadas frontal y trasera
13. Aspecto Fachada lateral

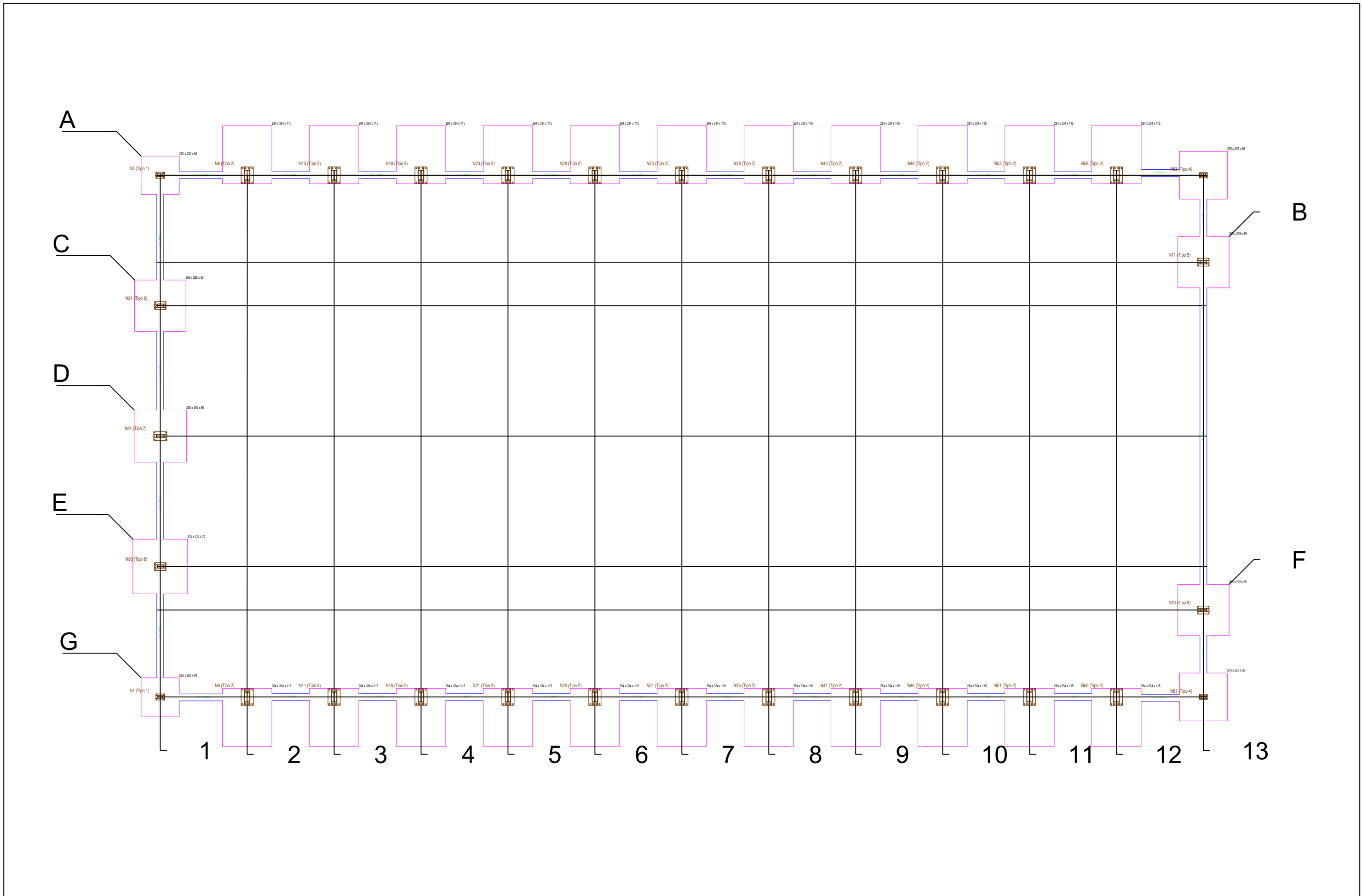
RWY	DIRECCIÓN	THR	RESISTENCIA
18	178°	40°25'29.04"N 001°13'05.89"W	RWY: 52/E/A/W/T TWY: 52/F/A/W/T PLATAFORMA: 46/R/B/W/T
36	358°	40°24'06.80"N 001°13'01.34"W	

ELEVACIONES Y DIMENSIONES EN METROS  
LAS MARCACIONES SON MAGNÉTICAS

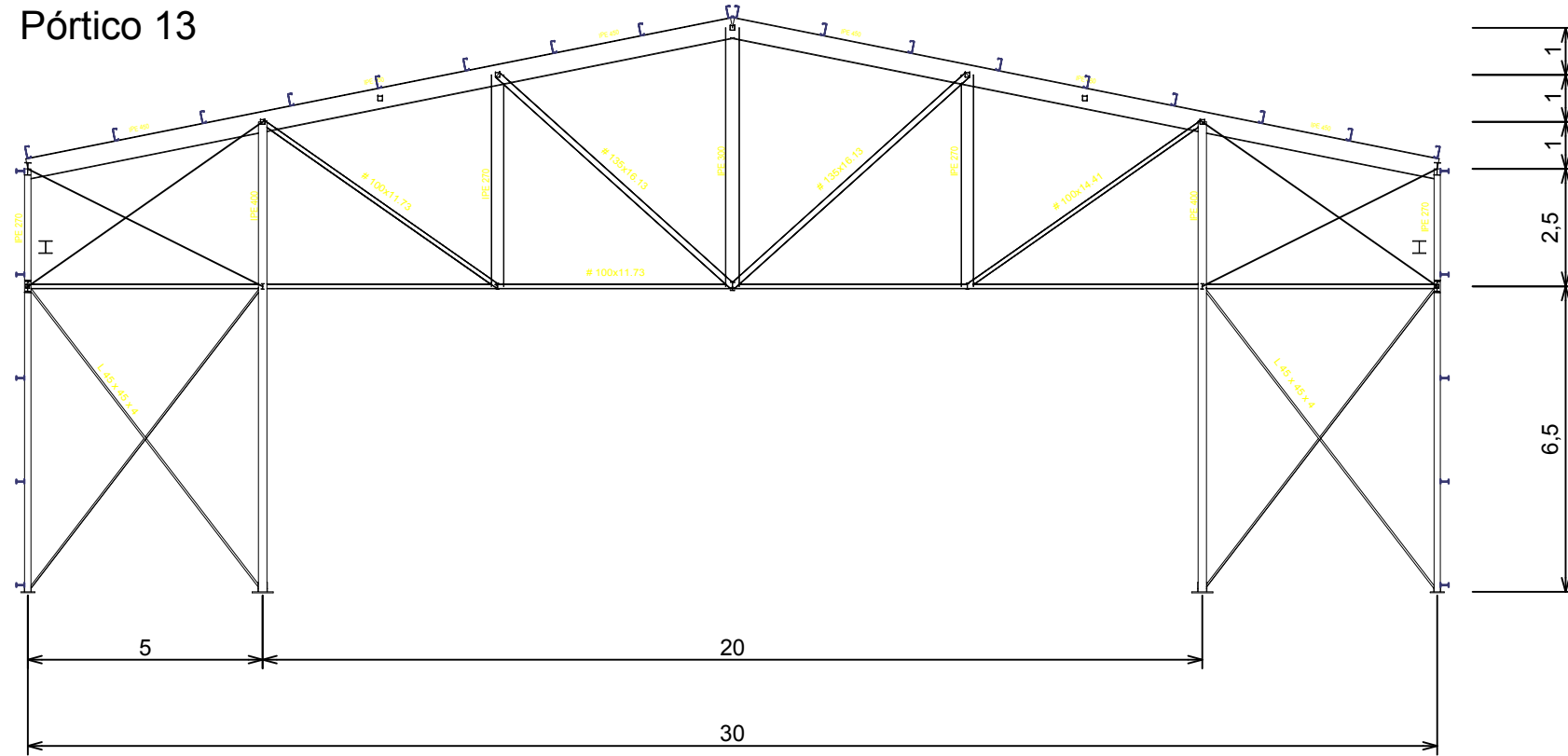




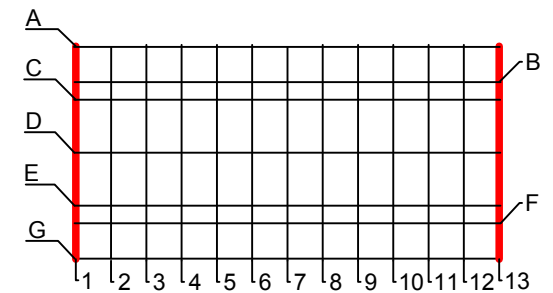
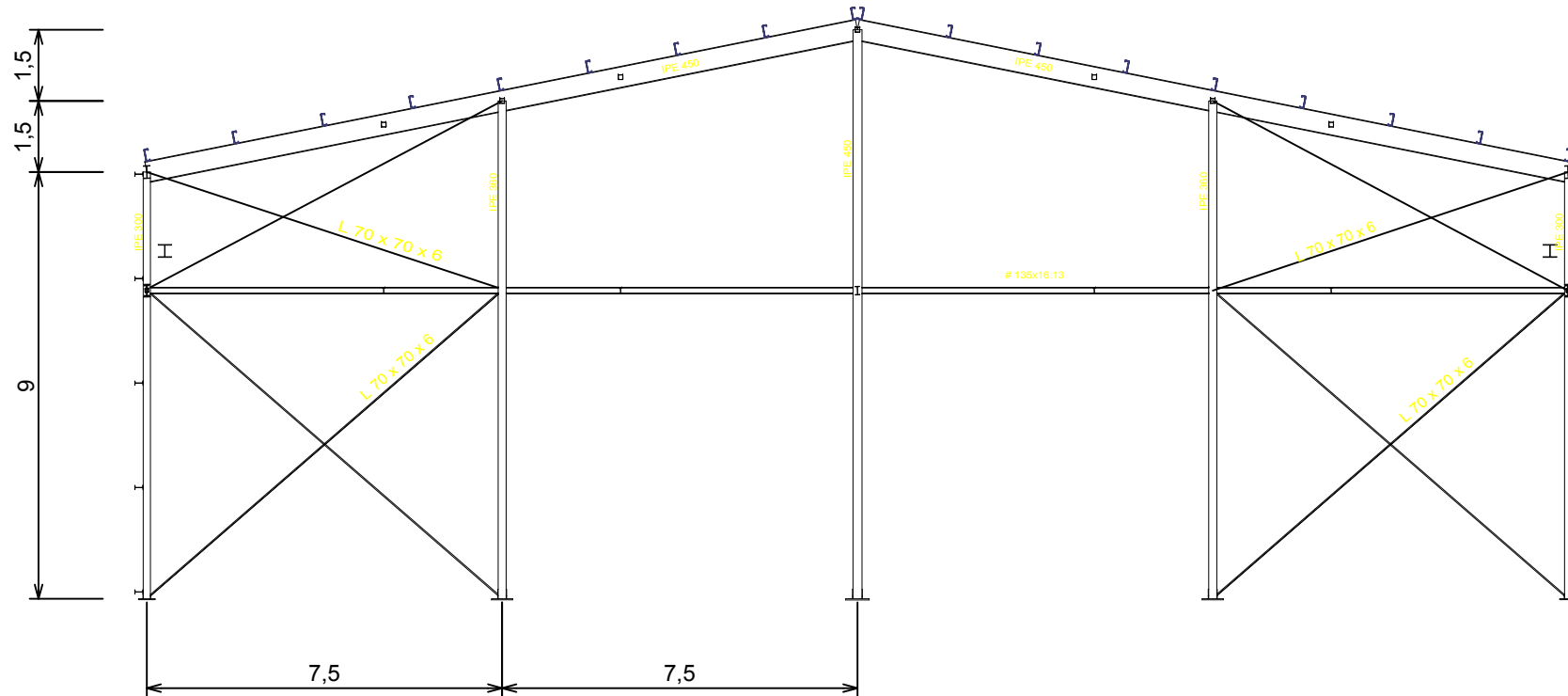


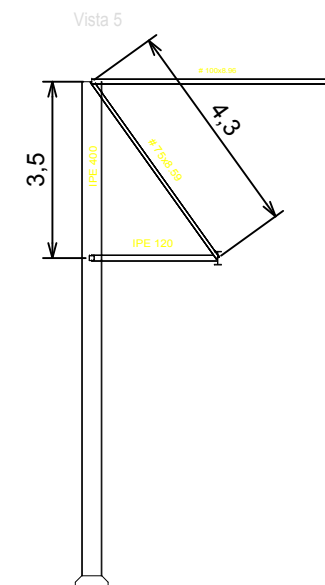
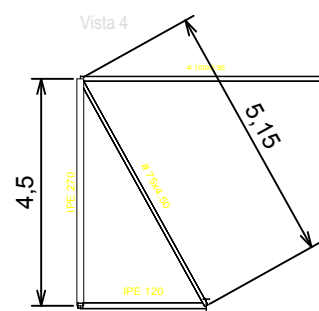
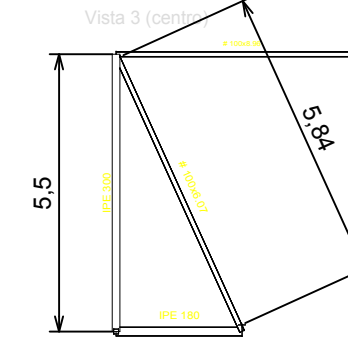
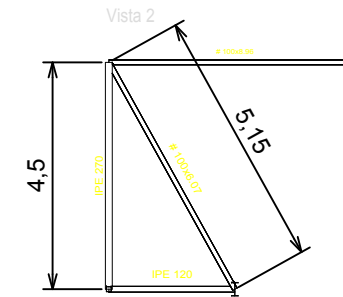
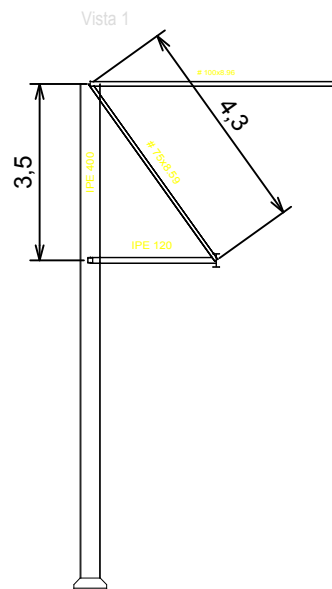
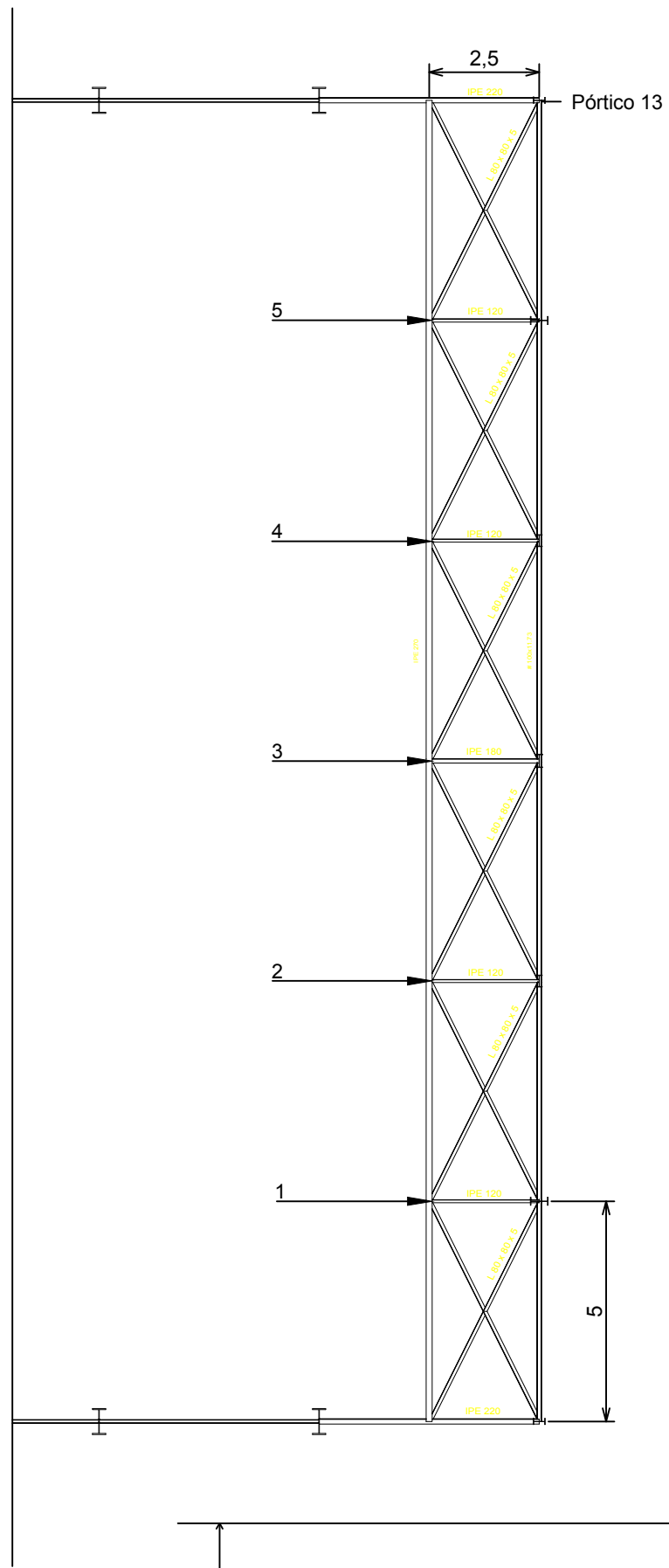


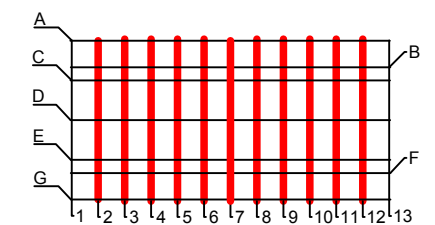
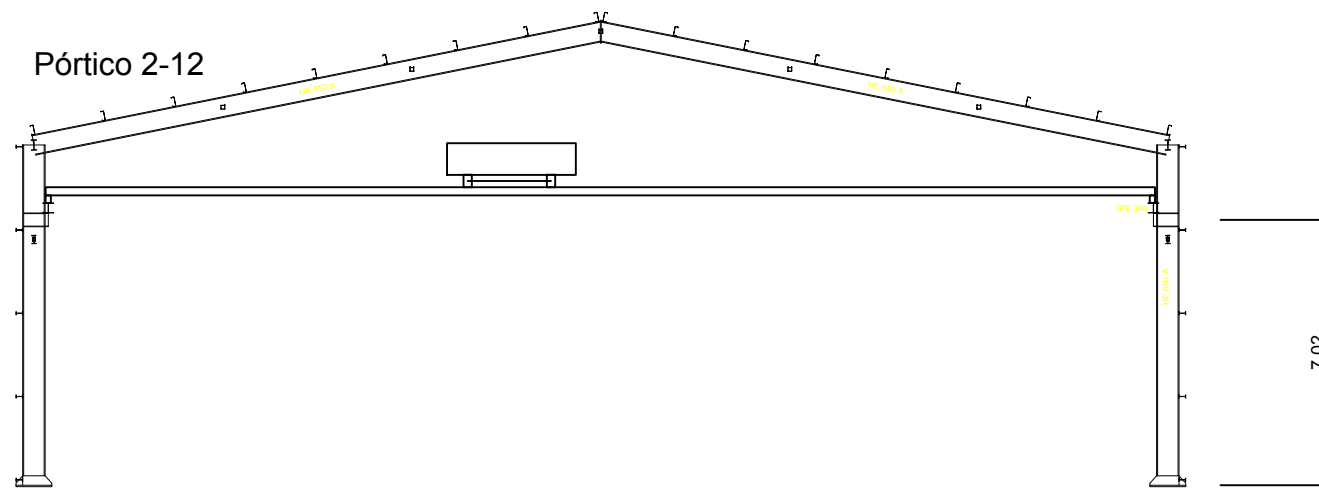
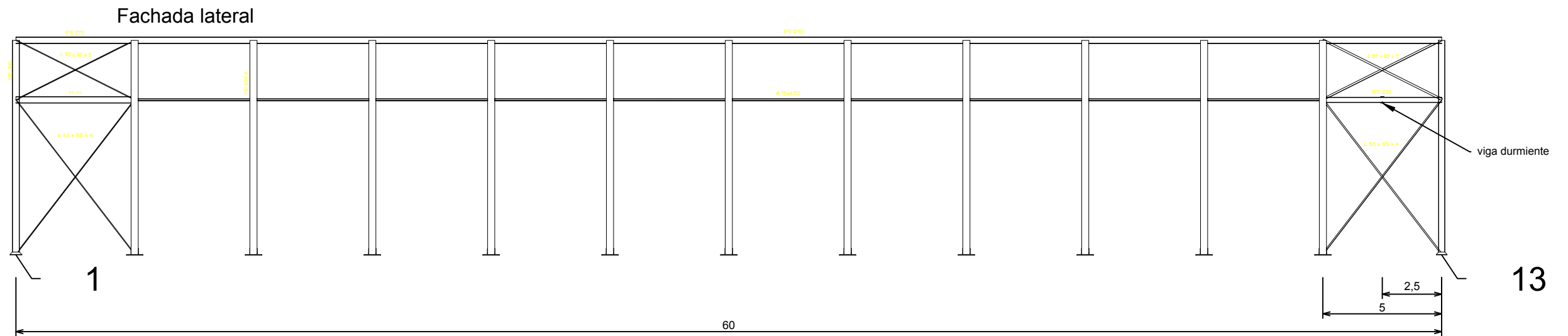
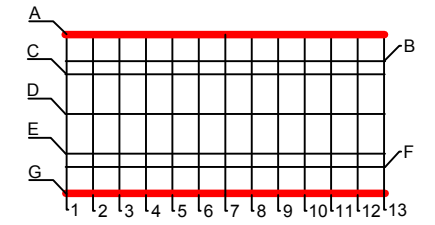
Pórtico 13



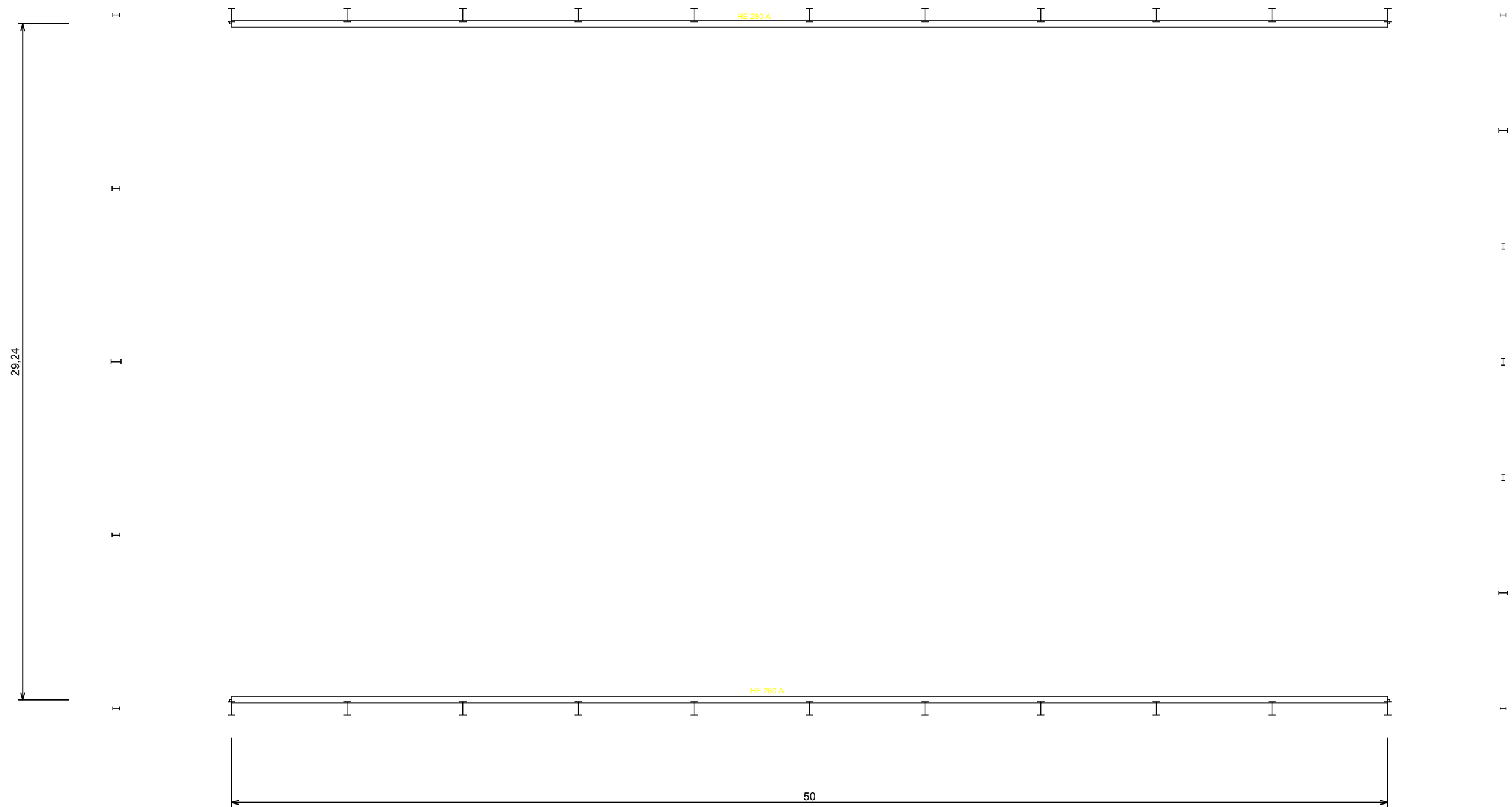
Pórtico 1



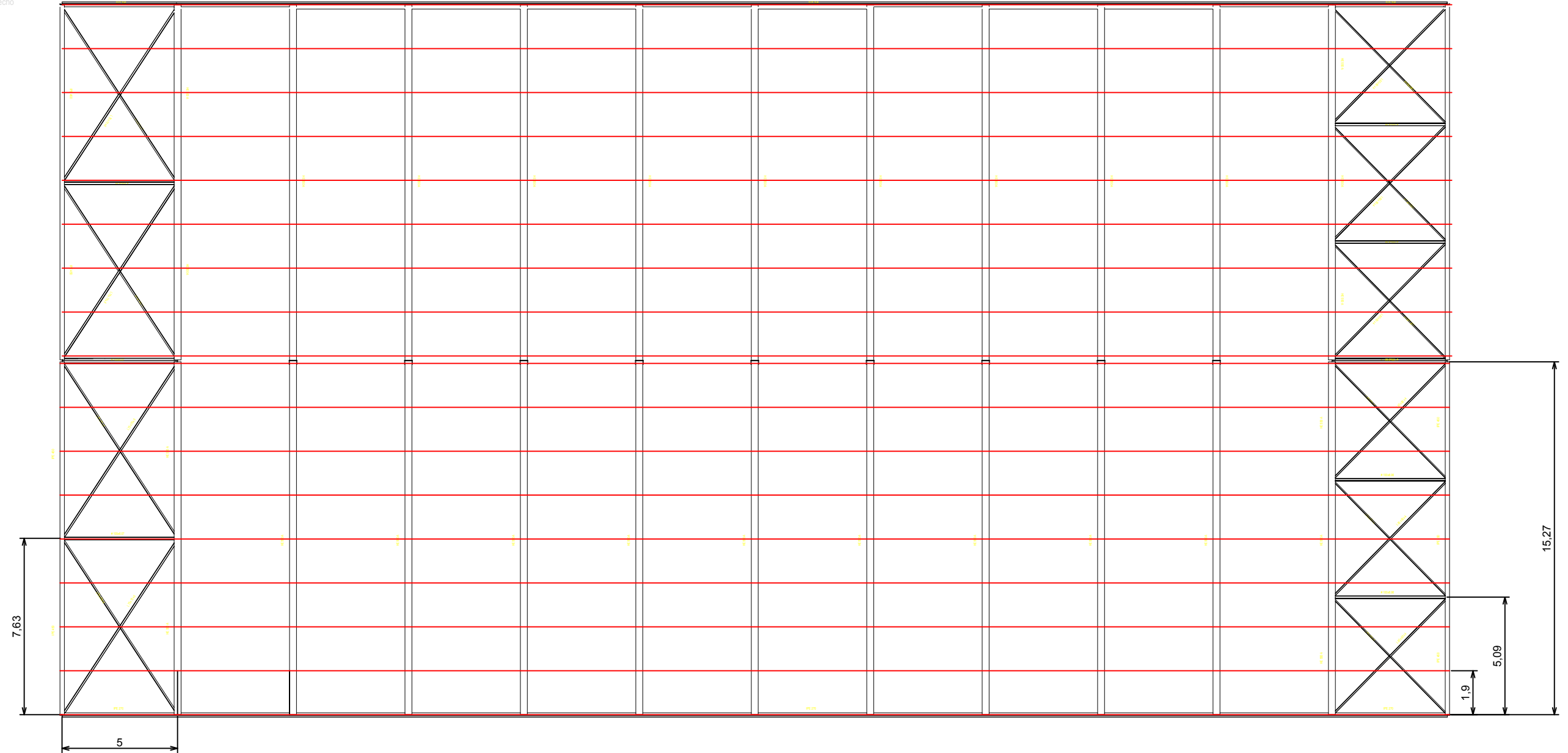


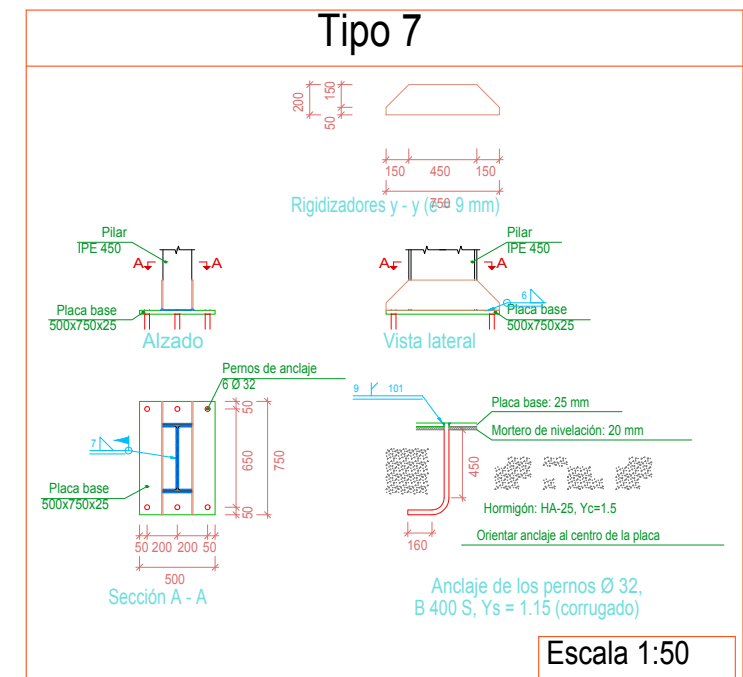
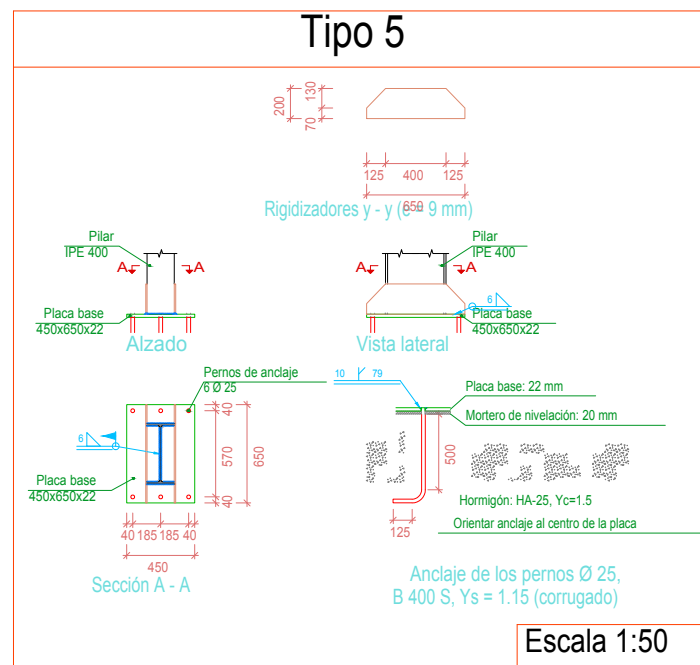
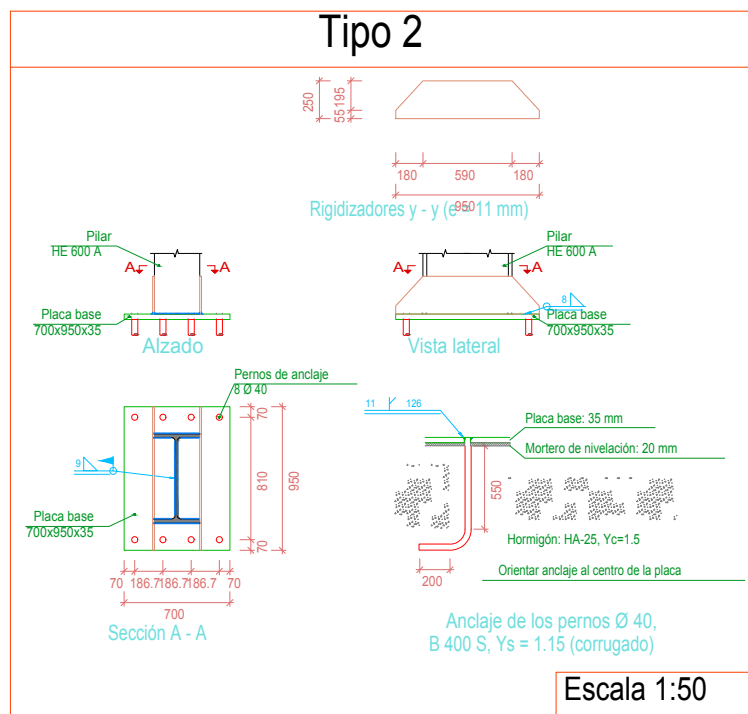
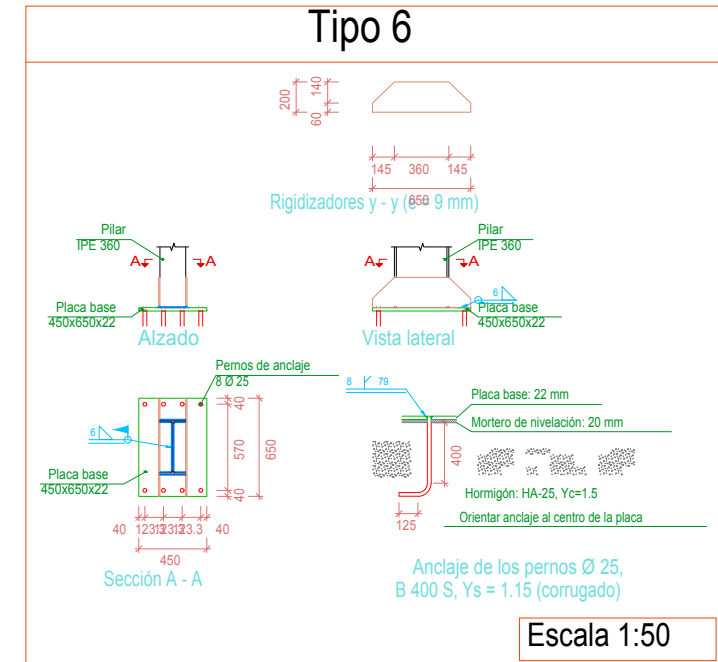
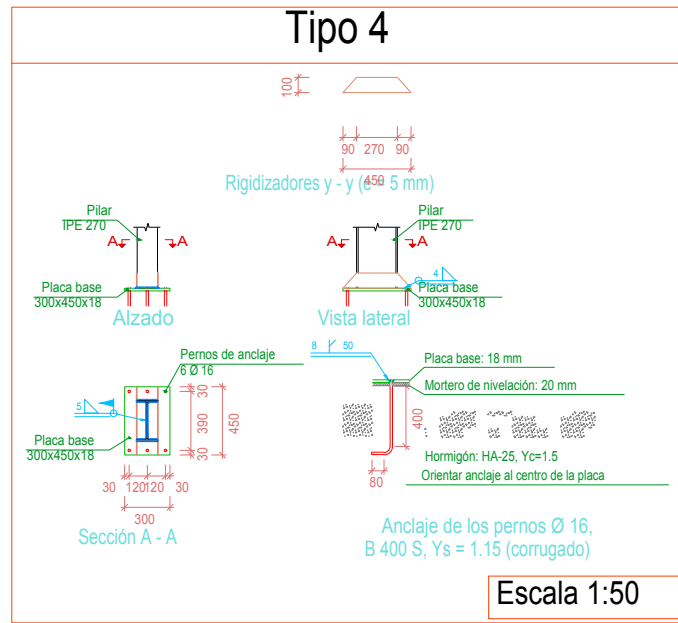
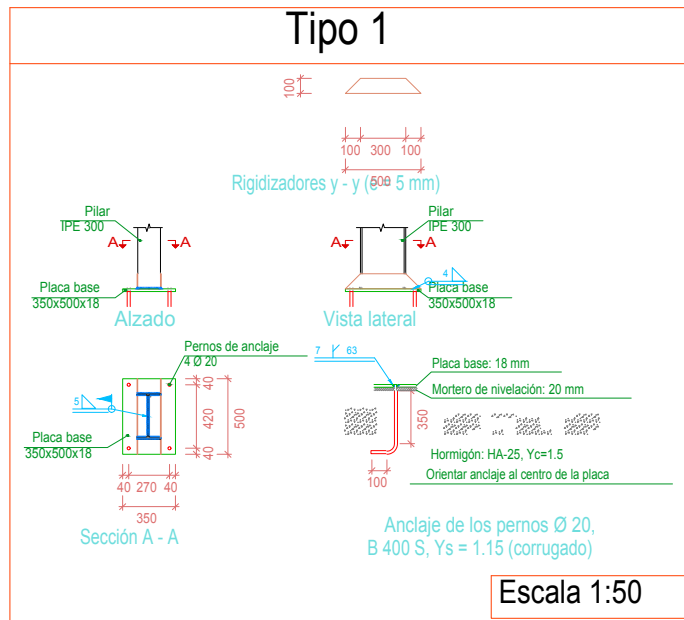


2D: Plano Viga carrilera

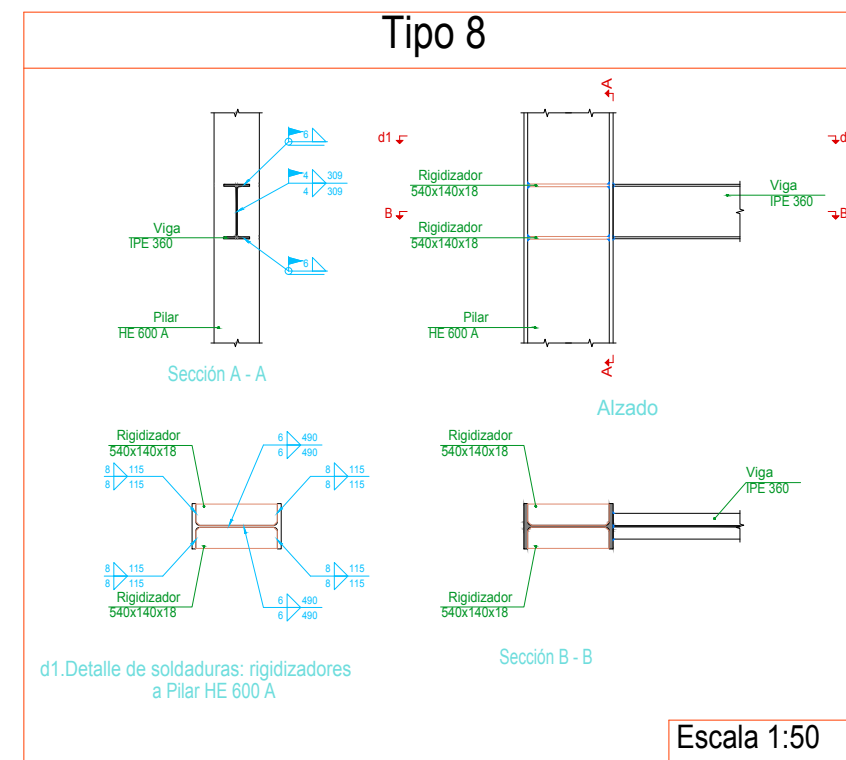
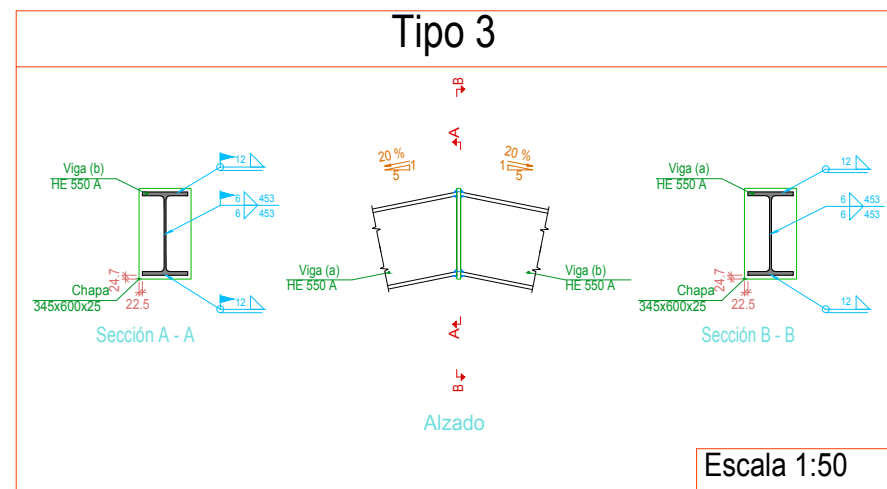


2D: Faldon Derecho

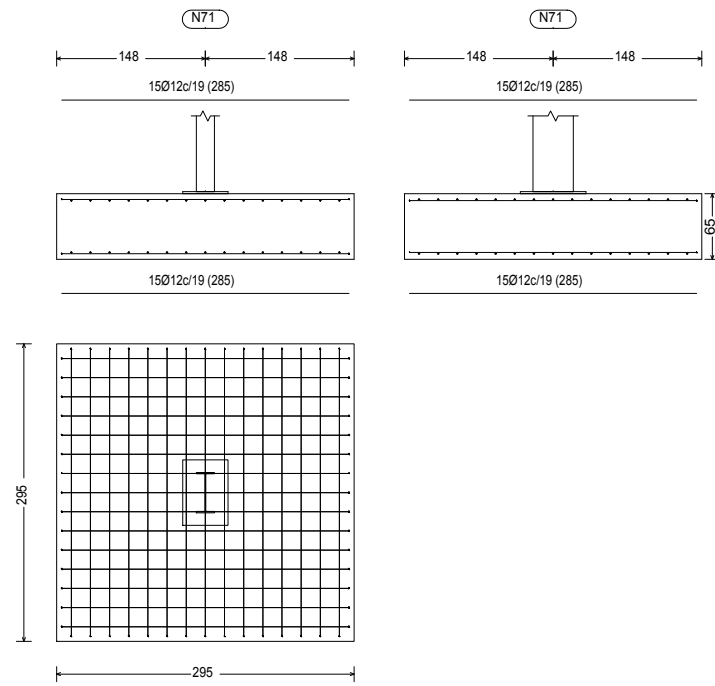




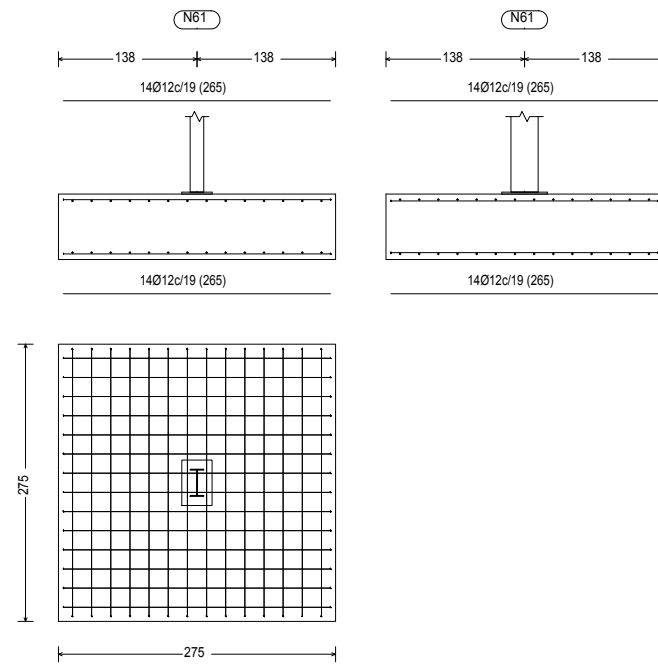




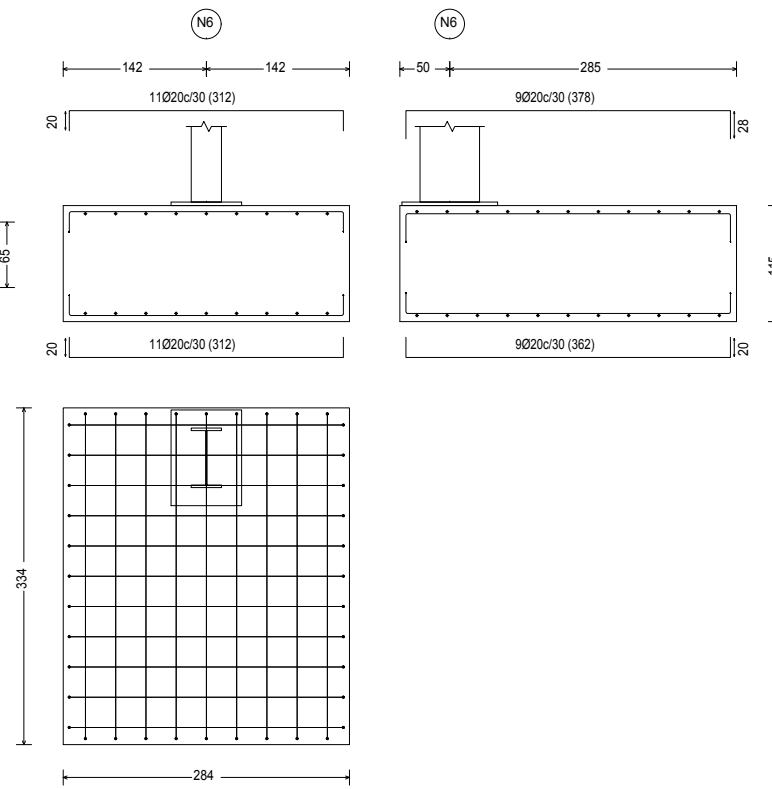
N13-B, N13-Fy N1-C



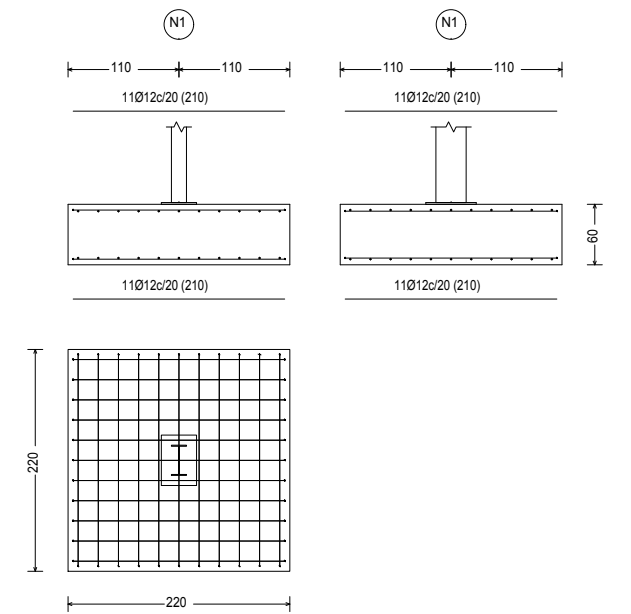
N13-Gy N13-A



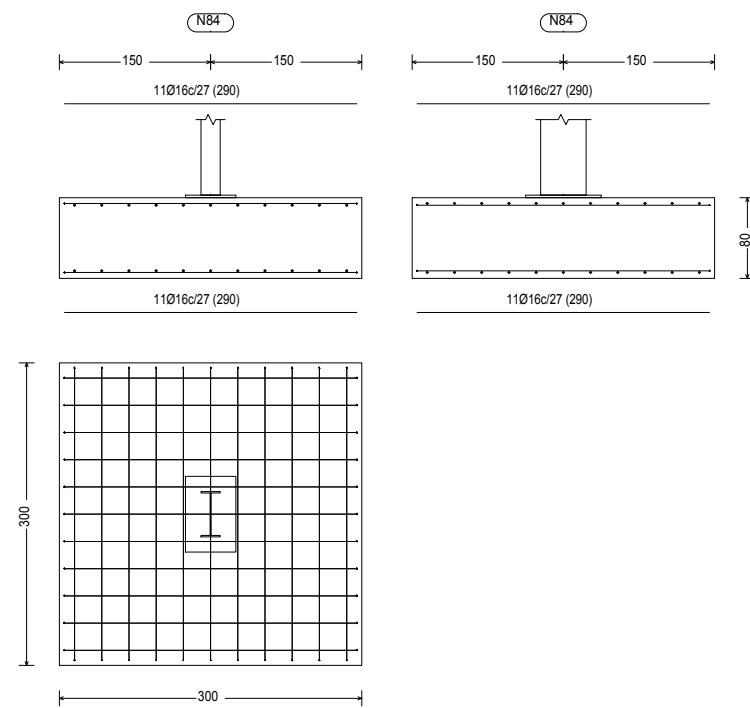
N2-G, N3-G, N4-G, N5-G, N6-G, N7-G, N8-G, N9-G, N10-G, N11-G y N12-G



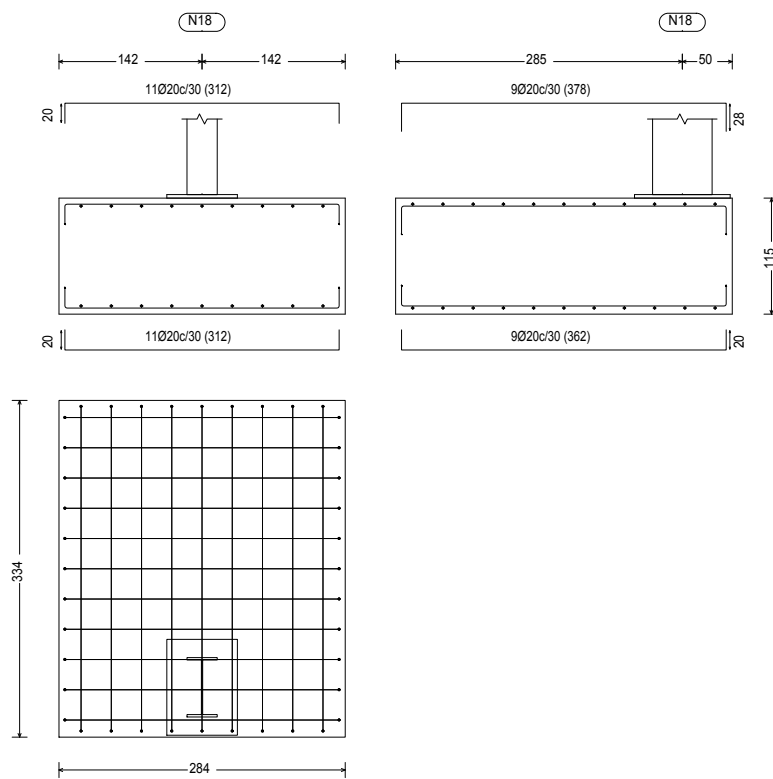
N1-Gy N1-A



N1-D



N2-A, N3-A, N4-A, N5-A, N6-A, N7-A, N8-A, N9-A, N10-A, N11-A y N12-A



N1-E

