



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

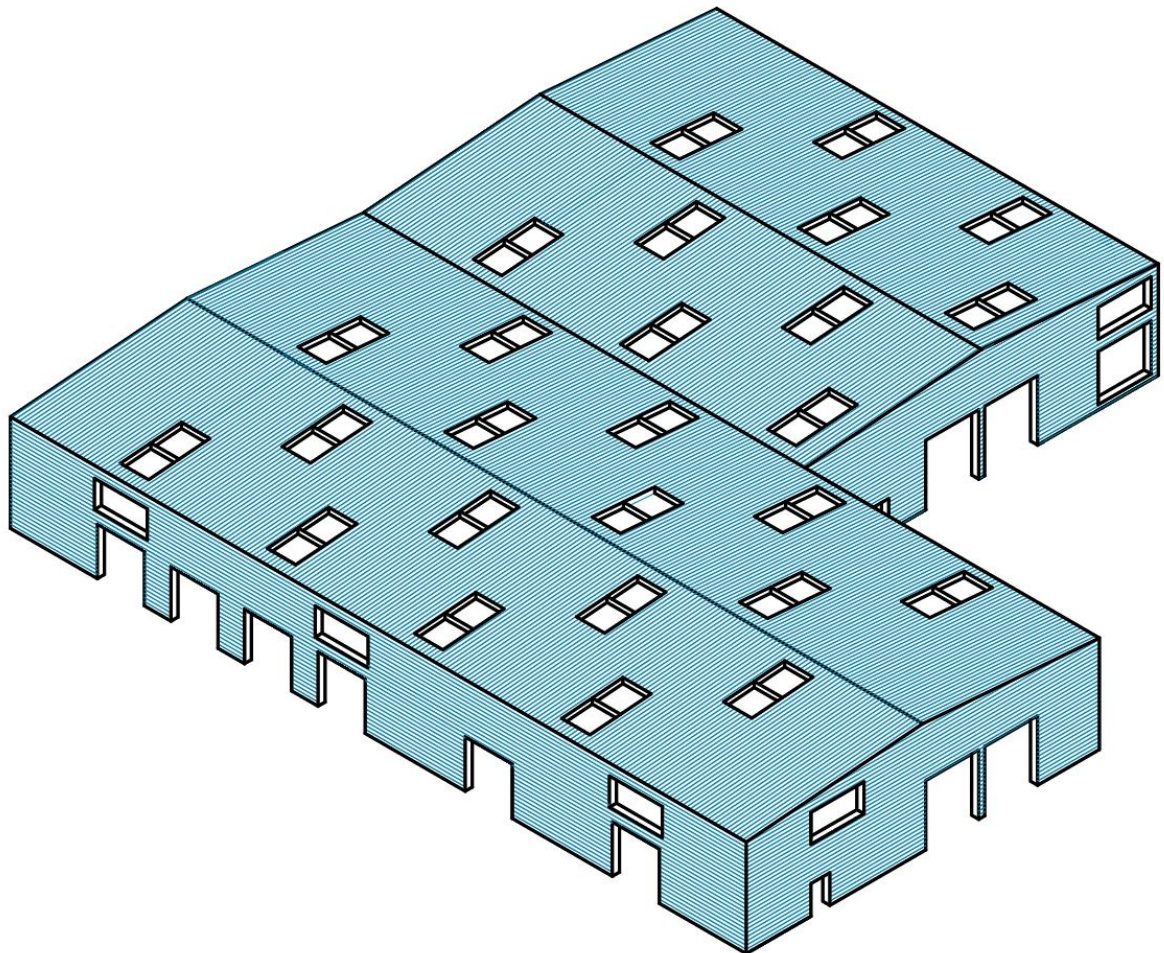
**PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE
INDUSTRIAL DE 3000 m² DEDICADA A LA
PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL
SITUADA EN ALBUIXECH**

AUTOR: CARLOS TORRES MUÑOZ

TUTORA: CARMEN IBÁÑEZ USACH

Curso Académico: 2020-21

PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 3000 m² DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL SITUADA EN ALBUIXECH



AUTOR: CARLOS TORRES MUÑOZ

TUTORA: CARMEN IBÁÑEZ USACH

**TRABAJO REALIZADO PARA LA UPV
TRABAJO FIN DE GRADO ETSII
2020-2021**

Agradecimientos

A mi tutora: *Por ser tan buena profesora y tutora, y estar siempre pendiente de mí.*

A mis padres: *Por quererme tanto y enseñarme a aprender.*

A mi hermano: *Por sacarme siempre una sonrisa.*

A mis amigos: *Porque se les quiere.*

A mi pareja: *Por irradiar bondad cada día del año y apoyarme.*

Resumen

El presente Trabajo de Final de Grado trata sobre el diseño estructural de una nave industrial de 3000 m² ubicada en el municipio de Albuixech. La actividad que se desarrollará en la nave consiste en la producción de cerveza artesanal.

A lo largo del trabajo se dará solución a los problemas principales del diseño, explicando en primera instancia la localización de la parcela, la distribución en planta y abordando el cálculo estructural de la nave. El diseño se plasmará en los planos correspondientes y se generará el presupuesto del proyecto.

Para el modelado de la estructura se empleará el programa comercial CYPE Ingenieros, concretamente los módulos del Generador de Pórticos, para la definición de las acciones y pórticos; de Cype3D para la completa definición de la estructura tridimensional y su cimentación; y de Arquímedes para la elaboración del presupuesto.

Palabras clave: Nave industrial, fábrica de cerveza, CYPE, Arquímedes, distribución en planta, acero, estructura metálica.

Resum

El present Treball de Fi de Grau tracta sobre el disseny estructural d'una nau industrial d'uns 3000 m² ubicada al terme municipal d'Albuixech. L'activitat que es desenvoluparà en la nau consistirà en la producció de cervesa artesanal.

Al llarg del treball es donarà solució als problemes principals de disseny, explicant en primera instància la localització de la parcel·la, la distribució en planta i abordant el càlcul estructural de la nau. El disseny es plasmarà en els plànols corresponents i es generarà el pressupost del projecte.

Per al modelatge de l'estructura s'emprarà el programa comercial "CYPE Ingenieros", concretament els mòduls del "Generador de Pòrtics", per a definir les accions i els pòrtics; de CYPE3D per a la completa definició de l'estructura tridimensional i els fonaments; i d'Arquímedes per a l'elaboració del pressupost.

Paraules clau: Nau industrial, fàbrica de cervesa, CYPE, Arquímedes, distribució en planta, acer, estructura metàl·lica.

Abstract

The aim of this Final Degree Project is the structural design of a 3000 m² industrial building for a craft brewery located in Albuixech. Its main use will be the production of craft beer.

Through the project, solution to the different problems arising will be given such as the building location, the layout of the industrial building and, finally, the calculation of the steel structure. The definition of the proposed design will be completed by the corresponding plans and budget.

To create the structural calculation model of the structure, the commercial software “Cype Ingenieros” will be employed, in particular the module “Generador de pórticos” for the definition of the external loads and frames; the module “Cype3D” to completely define the tridimensional structure and its foundation; and “Arquímedes” to elaborate the budget.

Keywords: Industrial building, beer factory, CYPE, Arquímedes, layout, steel, steel structure.

Índice

DOCUMENTO I MEMORIA DESCRIPTIVA

1.	OBJETO DEL PROYECTO	2
2.	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	2
2.1.	ANTECEDENTES.....	2
2.2.	MOTIVACIÓN	3
2.3.	JUSTIFICACIÓN.....	3
3.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	3
3.1.	SELECCIÓN DEL POLÍGONO INDUSTRIAL	3
3.2.	SELECCIÓN DE LA PARCELA	4
3.3.	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA	5
4.	PROCESO PRODUCTIVO	6
4.1.	ALMACENAJE DE MATERIAS PRIMAS	7
4.2.	COCINA DEL MOSTO.....	7
4.3.	ENFRIAMIENTO DEL MOSTO.....	7
4.4.	FERMENTACIÓN Y MADURACIÓN	8
4.5.	CLARIFICADO Y GASIFICACIÓN	8
5.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	8
5.1.	MAQUINARIA REQUERIDA	8
5.2.	ACTIVIDADES Y ASIGNACIÓN DE ESPACIOS.....	11
5.3.	TABLA RELACIONAL DE ACTIVIDADES.....	12
5.5.	LAYOUT.....	13
5.5.1.	<i>Layout global</i>	13
5.5.2.	<i>Layout sala de cocción</i>	14
5.5.3.	<i>Layout salas de fermentación y de maduración</i>	15
5.5.4.	<i>Layout oficinas</i>	16
6.	DESCRIPCIÓN DE LA NAVE	17
6.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	17
6.2.	ACTUACIONES PREVIAS.....	18
6.3.	CIMENTACIÓN	18
6.4.	PLACAS DE ANCLAJE	20
6.5.	PÓRTICO FACHADA FRONTAL TIPO	21
6.6.	PÓRTICO INTERIOR TIPO	21
6.7.	PÓRTICO DE FACHADA LATERAL TIPO	22
6.8.	VIGA CONTRAVIENTO	22
6.9.	ALTILLO.....	23
6.10.	CORREAS	23
6.11.	CERRAMIENTOS	24
6.12.	HUECOS DE LA NAVE	24
7.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	25
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	26

DOCUMENTO II ANEXO DE CÁLCULO

1. NORMATIVA APLICADA	28
2. ACCIONES EN LA NAVE	28
2.1. ACCIÓN GRAVITATORIA (G)	28
2.2. SOBRECARGAS DE USO (Q)	29
2.3. SOBRECARGA DE NIEVE (Q_N)	29
2.3.1. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (S_k)	30
2.3.2. Coeficiente de forma (μ)	30
2.3.3. Acumulación de nieve	31
2.3.4. Hipótesis sobrecarga de nieve	31
2.4. ACCIÓN DEL VIENTO	31
2.4.1. Presión dinámica del viento (q_b)	32
2.4.2. Coeficiente de exposición (C_e)	32
2.4.3. Coeficiente eólico (C_p)	33
2.5. RESULTADO DE LAS COMBINACIONES	34
3. MATERIALES	36
3.1. ACERO (CTE-SE-A)	36
3.2. HORMIGÓN Y ACERO CORRUGADO (EHE-08)	36
4. ESTADOS LÍMITE	37
4.1. SITUACIONES DE PROYECTO	37
5. COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	40
5.1. CORREAS EN CUBIERTA	40
5.1.1. Comprobación de resistencia	41
5.1.2. Comprobación de flecha	43
5.2. PÓRTICO DE FACHADA TIPO	43
5.2.1. Descripción de la geometría de las barras	43
5.2.2. Resultados de flechas de las barras	44
5.2.3. Resultados E.L.U.	44
5.3. PÓRTICO INTERIOR TIPO	45
5.3.1. Descripción de la geometría de las barras	45
5.3.2. Resultados de las flechas en barras	46
5.3.3. Resultados E.L.U.	46
5.4. VIGA CONTRAVIENTO	46
5.4.1. Descripción de la geometría de las barras	47
5.4.2. Resultado de flechas en barras	47
5.4.3. Resultados E.L.U.	47
5.5. CRUZ DE SAN ANDRÉS	47
5.5.1. Descripción de la geometría de las barras	48
5.5.2. Resultado de las flechas en barras	48
5.5.3. Resultados E.L.U.	48
5.6. VIGA PERIMETRAL	48
5.6.1. Descripción de la geometría de la barra	49
5.6.1. Resultado de las flechas en barras	49
5.6.2. Resultados E.L.U.	49
5.7. ALTILLO	49
5.7.1. Descripción de la geometría de las barras	50
5.7.2. Resultados de flechas en las barras	50
5.7.3. Resultados E.L.U.	50
5.8. PLACAS DE ANCLAJE	51
5.8.1. Comprobación placa de anclaje 1	51
5.8.2. Comprobación placa de anclaje 2	54
5.8.3. Comprobación placa de anclaje 3	57
5.8.4. Comprobación placa de anclaje 4	63

5.8.5.	<i>Comprobación placa de anclaje 5</i>	66
5.9.	CIMENTACIÓN	69
5.9.1.	<i>Comprobación zapata 1</i>	69

DOCUMENTO III PRESUPUESTO

PRESUPUESTO	72
--------------------------	-----------

DOCUMENTO IV PLANOS

PLANOS	81
---------------------	-----------

DOCUMENTO I

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Objeto del proyecto

El presente documento es un Trabajo Final de Grado en Ingeniería Industrial y su objetivo es el diseño de una nave industrial de 3000 m² dedicada a la producción de cerveza artesanal.

Para ello, en el desarrollo del trabajo se elaborarán los siguientes puntos: En primer lugar, se realizará un estudio para determinar la maquinaria requerida para un volumen de demanda; en segundo lugar, con esta maquinaria se planteará una distribución en planta dentro de la nave; se efectuará el cálculo y diseño de la estructura metálica usando el software CYPE y finalmente se estimará el presupuesto global del proyecto con el software Arquímedes.

El trabajo se divide en cuatro subdocumentos: Memoria Descriptiva, Anexos de Cálculo, Planos y Presupuesto.

2. Introducción al proyecto

2.1. Antecedentes

La demanda de cerveza artesanal está viviendo un crecimiento exponencial desde el 2011 y las expectativas indican el mantenimiento de esta tendencia, ver *Ilustración 1*. El año 2018 este nicho constituía tan solo el 1,18% del total de la cerveza demandada en España por lo que es un sector con un amplísimo margen de crecimiento y que rápidamente está ganando terreno comercial y reconocimiento.

Si bien es cierto que la reciente crisis ocasionada por la pandemia ha sido un traspies para este sector, a fecha de 2021 ya se ha vuelto a la tendencia positiva producto en parte por una mayor concienciación social por una alimentación más sana y tradicional.



Ilustración 1: Evolución demanda cerveza artesanal. Fuente: El País

2.2. Motivación

Entre la amplia variedad de disciplinas que abarca la ingeniería industrial, este TFG se centra en la Construcción y el Cálculo Estructural gracias a las asignaturas relacionadas con el desarrollo estructural, en particular Tecnología de la Construcción a la cual cogí especial cariño.

Por otra parte, la idea de diseñar una nave dedicada a la producción de cerveza artesanal vino motivada por la propia curiosidad del alumno tras degustar una de estas cervezas en un bar: quería conocer su proceso de producción por una parte y, por otro, partiendo de las necesidades de esta actividad productiva, basar en ella el diseño estructural para consolidar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de estructuras y construcción.

2.3. Justificación

Tras un estudio de las cerveceras punteras en la Comunidad Valenciana, destaca la productora de cerveza artesanal Tyrís. Con una nave de 2000 m², en 2019 albergaba una producción de un millón de litros al año situándose como la mayor productora de cerveza artesanal a nivel autonómico y quinta a nivel nacional.

Partiendo de estos datos como referencia, se pretende realizar el diseño de una nave que sea de suficiente calado para un Trabajo de Final de Grado y con unas dimensiones realistas. Se ha optado por lo tanto por una nave de 3000 m² que proporciona la complejidad necesaria al trabajo y se adecúa a las necesidades de posibles expansiones de grandes cerveceras españolas.

3. Situación y emplazamiento

3.1. Selección del polígono industrial

Para la realización del proyecto se ha elegido el polígono industrial El Mediterráneo que, situado al norte de Valencia en el municipio de Albuixech, *Ilustración 2*, otorga las ventajas siguientes:

- Posee un fácil y rápido acceso por carretera desde la capital por la V-21. Esto es imprescindible para que los trabajadores puedan llegar en coche y que la cerveza se pueda llevar con agilidad a Valencia, principal foco de su consumo.
- La red de carreteras también favorece el acceso desde el norte por la A-7 conectando el polígono a zonas de peso como Castellón, Barcelona y municipios aledaños.
- Albuixech además es una zona turística con playa, lo que puede dar un bonus en las ventas y en la demanda de catas si se llevasen a cabo.

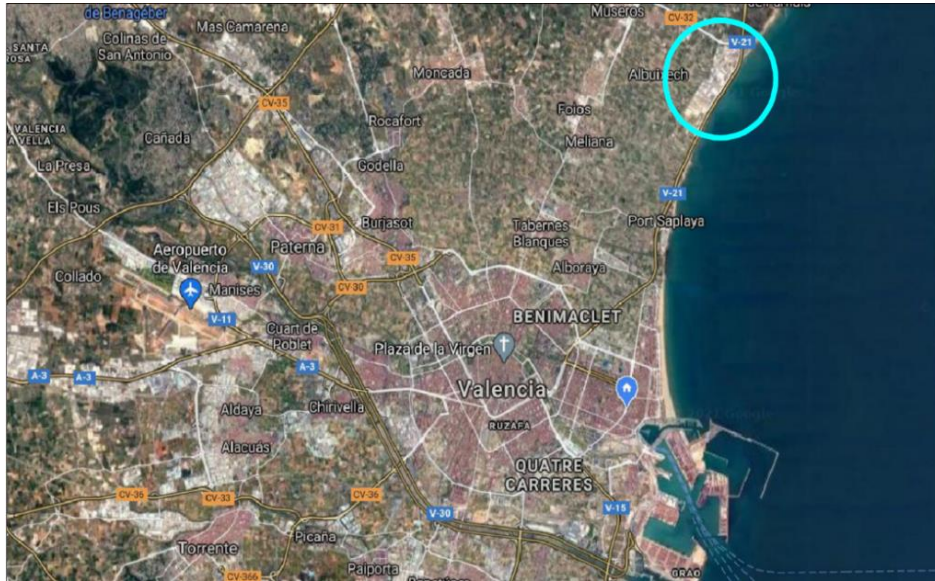


Ilustración 2: Localización de la nave I

3.2. Selección de la parcela

Aunque el polígono cuenta con varias parcelas libres, la parcela escogida se sitúa en la Calle Jaime I Nº9 y presenta unas características que hacen que sea seleccionada.

En primer lugar, con un área de 6440 m² tiene el espacio suficiente para albergar la nave y permite un holgado diseño del exterior. En segundo lugar, está situada en una de las entradas del polígono facilitando su llegada a esta.

En la *Ilustración 3* se puede apreciar en azul la parcela y su proximidad a la entrada superior del polígono.



Ilustración 3: Selección de la parcela I

Para escoger la parcela ha sido esencial la información obtenida desde la sede del catastro. Aquí están definidos perfectamente los límites de las parcelas tal y como se aprecia en la *Ilustración 4*. En la web también se obtiene información clave de la parcela, como su referencia catastral (1815508YJ3811N0001PX) o que el terreno se encuentra sin superficie construida.

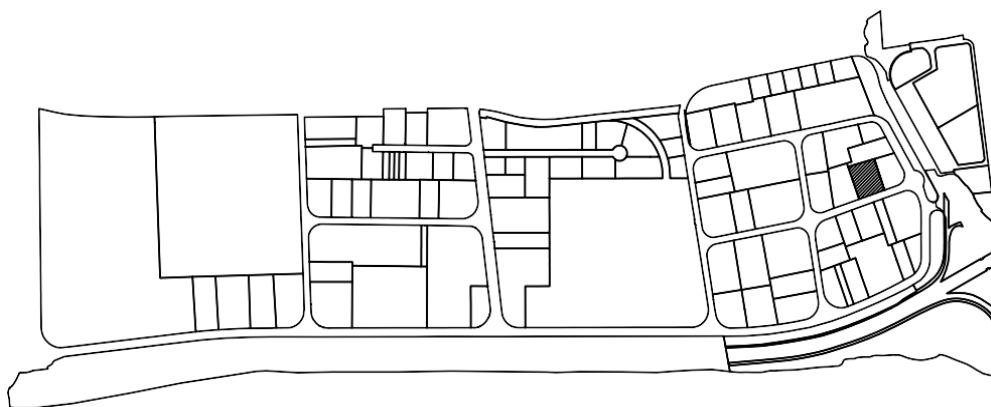


Ilustración 4: Selección de la parcela II

3.3. Cumplimiento de la normativa urbanística

Ubicada la nave en el polígono industrial El Mediterráneo, se ha de asegurar que la misma siga su normativa urbanística. Para ello, se deben cumplir los siguientes puntos especificados en el documento de Normas Subsidiarias de Albuixech.

- **Art.6 Construcciones y Art.20 Alturas:** El volumen edificado no ha de superar los 6 m^3 por m^2 de parcela. **(Cumple: $4,1 \text{ m}^3/\text{m}^2$).**
- **Art.18 Edificaciones:**
 - La superficie del parking ha de ser superior al 10% de la nave. La superficie estimada en el plano 19 para las plazas de aparcamiento son 900 m^2 , mayor que los 300 m^2 que marcaría la normativa para una nave de 3000 m^2 . **(Cumple: $900 > 300$).**
 - La altura de las chimeneas será como mínimo vez y media (1'5h) la altura de la edificación más alta de las parcelas colindantes o situadas a menos de 20 metros en las industrias grandes. **(No procede).**
- **Art.19 Alineaciones:** Se establecen los siguientes retiros:
 - A calle: 15 m **(Cumple: 16,1 m).**
 - A linde: 2/3 de la altura con un mínimo de 3 m **(Cumple $5,76 > 5,5$).**
- **Art.20 Alturas:** La altura máxima del bloque administrativo será de tres plantas con una altura mínima libre entre plantas de 2,5 m. **(Cumple).**

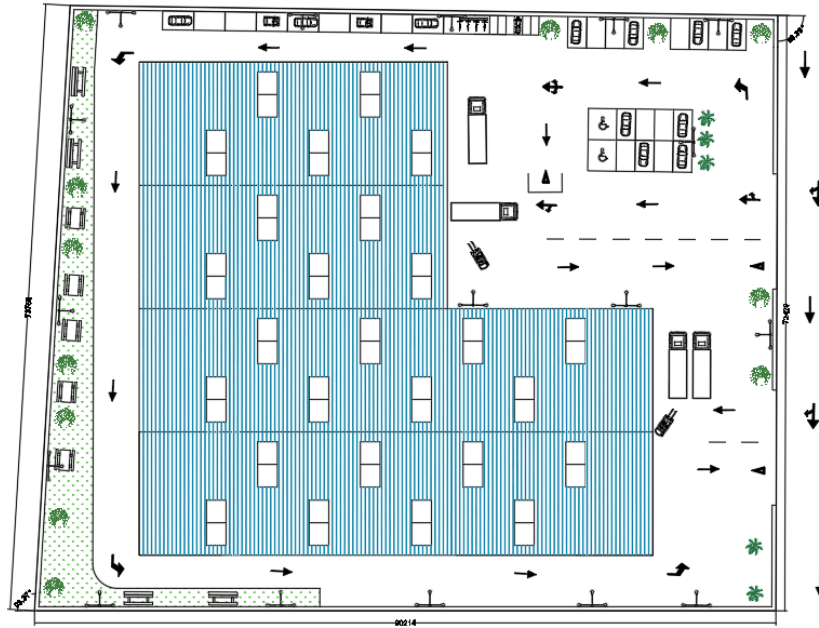


Ilustración 5: Plano 19, distribución parcela

4. Proceso productivo

Antes de abordar el problema de la distribución en planta de la nave, es necesario entender el proceso productivo a desarrollar en la misma. Como la nave se dedicará a la producción de cerveza artesanal, en este capítulo se describirá simplificada el proceso de la producción de cerveza y la maquinaria necesaria para su elaboración.

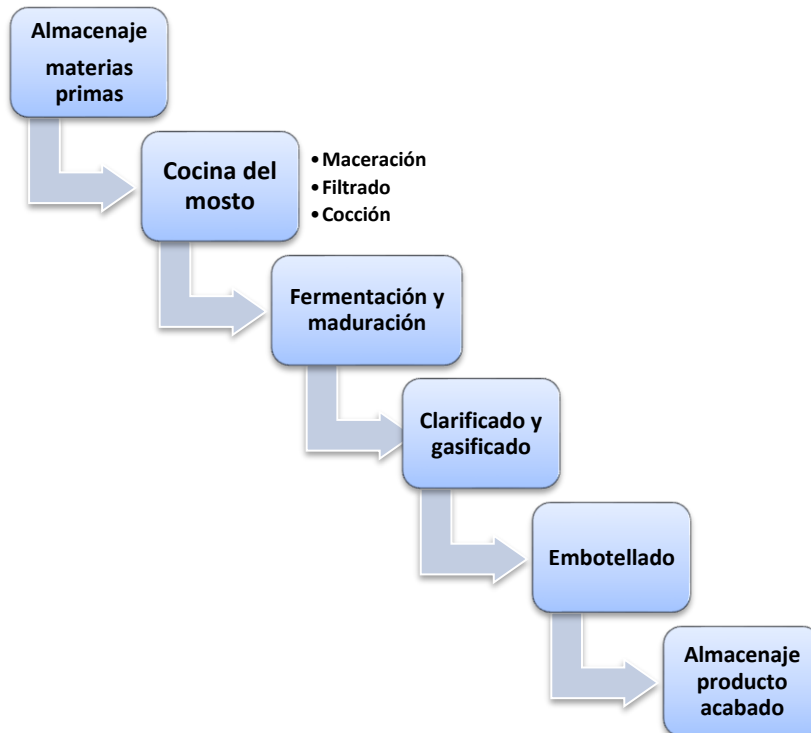


Ilustración 6: Esquema proceso productivo

4.1. Almacenaje de materias primas

En primer lugar, para la obtención de una cerveza artesana es imprescindible hacerse con las materias primas de mejor calidad posible.

La base de la cerveza es la malta, ésta se compra directamente y consiste en granos de cebada que al ser remojados y aireados acaban germinando. Una vez germinados pueden o no tostarse en hornos con diferente intensidad generando una enorme variedad de tipos de malta.

El agua usada para la cocina de la cerveza debe cumplir ciertos requisitos, por lo que no se puede usar agua sin antes ser tratada y posteriormente almacenada.

Una vez avanzado el proceso serán necesarios otros ingredientes como el lúpulo, la levadura y ciertos azúcares especiales. El lúpulo es una planta que, además de dar el peculiar sabor amargo que tiene la cerveza, actúa como conservante natural, lo que tiene un efecto especialmente importante ya que en la cerveza artesanal no se usan conservantes artificiales.

4.2. Cocina del mosto

En el mercado hay máquinas automatizadas que realizan este proceso cuyo producto final es el mosto.

En primer lugar, para la cocina del mosto, se realiza un proceso conocido como maceración. Para ello hay que calentar el agua tratada y mezclarla con la malta previamente triturada en la caldera de maceración; aquí la malta cede sus nutrientes y propiedades al agua.

Tras la maceración el líquido se traspa al tanque de filtrado, donde se eliminan las impurezas sólidas de mayor dimensión. Posteriormente, en la olla de cocción se hierve el líquido y se le añade el lúpulo que otorgará a la cerveza su amargor característico.

Finalmente, en el Whirlpool mediante acción centrifugadora decanta los sólidos aun existentes en la cerveza. El líquido final, producto de esta cocina se denomina mosto y se almacena temporalmente manteniendo su temperatura en el tanque restante.

4.3. Enfriamiento del mosto

El mosto obtenido como producto final se encuentra almacenado en un tanque a elevada temperatura. Es importante que el enfriamiento sea rápido por lo que se requiere de un enfriador que consiste en un intercambiador de calor que recircula el agua helada proveniente del tanque de agua fría en sentido opuesto al del mosto. Una vez alcanzada la temperatura de fermentación se añade la levadura.

4.4. Fermentación y maduración

Las temperaturas de fermentación dependen drásticamente del tipo de cerveza a elaborar, desde 5°C en las cervezas con temperaturas de fermentación más bajas, hasta 25°C en las más altas. Alcanzada la temperatura de fermentación se almacena el mosto en tanques capaces de regular la temperatura, así como el resto de los parámetros determinantes para una fermentación adecuada. Respecto a su duración, la fermentación y la maduración son las etapas de mayor duración. Para la primera se necesita entorno a una semana y una vez finalizada esta etapa, la cerveza se transvasa a los tanques de maduración en los que reposa dos semanas aproximadamente.

4.5. Clarificado y gasificación

Llegados a este punto, la cerveza es filtrada exigentemente y se le añade el azúcar para reactivar la levadura y que se produzca la gasificación propia de la cerveza.

5. Distribución en planta

5.1. Maquinaria requerida

Las dimensiones tanto de almacenaje como de cocina están directamente relacionadas con la producción de cerveza establecida. En este documento se refleja el proceso productivo para una demanda de 150000 litros al mes, una producción ligeramente superior a la competencia que podría permitirle competir en precios.

A continuación, se realizará el cálculo para estimar la productividad de la cocina y las dimensiones de los distintos tanques de almacenaje:

- **Sala de cocción:** La sala de cocción es el elemento más importante ya que en él se forma el mosto a partir de la malta y el agua caliente.

Para obtener su producción diaria, se dividen los 150000 litros al mes entre 25 días laborales al mes, y se obtiene una producción de 6000 litros de cerveza diarios. Cada 6000 litros de cerveza están formados principalmente de 6000 litros de agua y 2000 kilogramos de grano de malta molido, por lo que se requiere de una capacidad de 8000 litros diarios. Al realizar dos cocinas diarias, se obtiene que la sala de cocinas ha de poder albergar 4000 litros por cocina.

- **Molino de malta:** Es una maquina dedicada al triturado del grano de la malta previo a la cocción. Se requiere triturar 2000 kilogramos de malta al día.
- **Tanque de agua caliente:** Con una capacidad de 3000 litros, el tanque de agua caliente debe albergar el volumen de agua requerida en una cocina.

- **Enfriador del mosto:** Por los serpentines de este intercambiador de calor fluye el mosto que cede su calor primero al agua proveniente directamente de la red y en segundo lugar al agua helada proveniente del tanque de agua fría, ambos flujos circulando a contracorriente. Se propone un intercambiador capaz de circular gran cantidad de caudal como 4000 litros a la hora.
- **Tanque de agua fría:** Para obtener la capacidad óptima del tanque de agua fría es necesario resolver un problema clásico de transmisión de calor relativo a intercambiadores de calor.

Los datos que se tienen para este problema son las temperaturas de cada fluido; el mosto se enfría desde 90°C hasta 20°C en una primera etapa y hasta 10°C en la segunda; para el agua de la red, cuya temperatura real puede oscilar dependiendo de la fecha del año, usaremos una temperatura de 15°C; el agua del tanque de agua fría se encuentra a una temperatura de 0°C porque se trata con hielo y se calentará por la influencia del mosto subenfriado hasta los 7°C. Las temperaturas se regulan gracias a un mecanismo de control dotado de sensores en cada uno de los puntos.

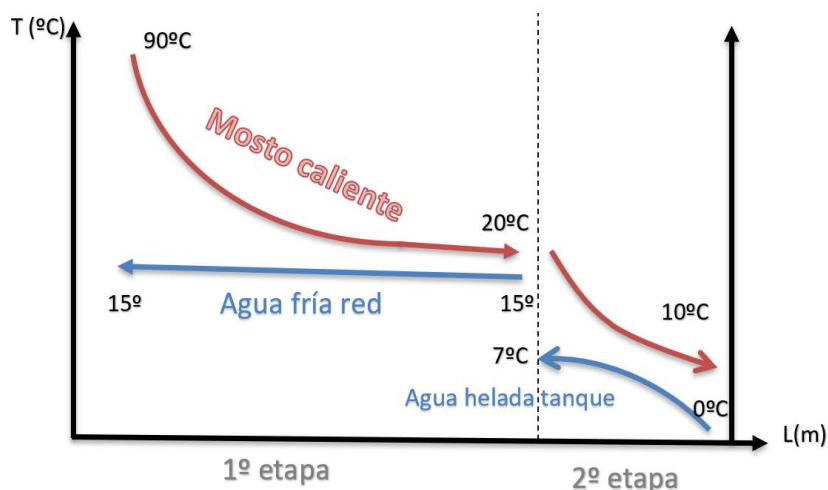


Ilustración 7: Balance energético intercambiador. Fuente parámetros: czechminibreweries.com

Por lo que respecta a la primera etapa se conoce la totalidad de sus parámetros, sin embargo, en la segunda etapa se precisa conocer el caudal de agua helada para poder dimensionar el tanque.

Para ello basta con realizar un balance de energía en esta etapa:

$$Q_{cedido\ mosto} = Q_{absorbido\ agua} \quad Ec. 1$$

$$(\dot{m} * C_p * \Delta T)_{cedido\ mosto} = (\dot{m} * C_p * \Delta T)_{absorbido\ agua} \quad Ec. 2$$

Como el mosto es rico en agua $C_{p\ mosto} = C_{p\ agua}$ y $\rho_{mosto} = \rho_{agua}$ quedando la expresión anterior:

$$(\dot{Q} * \Delta T)_{mosto} = (\dot{Q} * \Delta T)_{agua} \quad Ec. 3$$

$$\dot{Q}_{mosto} = \frac{(\dot{Q} * \Delta T)_{mosto}}{\Delta T_{agua}} = 4000 * \frac{20 - 10}{7 - 0} = 5.714 \text{ l/h} \quad \text{Ec. 4}$$

Así, se obtiene que $V = \dot{Q} * \frac{t}{n} = 5.714 * \frac{1}{2} = 2857 \text{ litros}$, donde n es el número de veces que se recircula todo el volumen del tanque. Recirculando tres veces en una hora (t=1 h y n=2 ciclos) se requiere de un tanque de, al menos 3000 litros de capacidad.

- **Máquina productora de hielo y silo para el hielo:** Como el agua se recircula habrá que enfriarla con hielo, se calculará el peso necesario por cocina aplicando el mismo balance energético que en el apartado anterior, pero al hielo y el agua y solo en un ciclo:

$Q_{cedido\ agua} = Q_{absorbido\ hielo}$	Ec. 5
$Q_{cedido\ agua} = Q_{absorbido\ hielo}$	Ec. 6
$(m * C_p * \Delta T)_{cedido\ agua} = m * H_{fusión\ hielo}$	Ec. 7
$(m * C_p * \Delta T)_{cedido\ agua} = m * H_{fusión\ hielo}$	Ec. 8
$2.857 [Kg] * 4,18 \frac{[kJ]}{[kg] * [^{\circ}C]} * 7 [^{\circ}C] = m_{hielo} [kg] * 334 [kJ]/[kg]$	Ec. 9

Despejando m_{hielo} de la Ec 9, se obtiene una masa de hielo de unos 250 kg de hielo por ciclo, es decir cada 30 minutos, dos veces. A dos cocinas por día, esto implica una demanda diaria de hielo de 1000 kg/día.

- **Dispositivo de tratado del agua:** El aparato consiste en un filtro de carbón activo que elimina el cloro y otras sustancias nocivas para nuestra cerveza.
- **Bidones de fermentación:** Se debe contar con la capacidad de almacenaje suficiente para poder fermentar sin ralentizar el proceso productivo. Con un tiempo de fermentado de una semana (6 días hábiles), los depósitos deben tener capacidad para almacenar 6 días de producción $V_f = 6 * 6.000 = 36000$ litros. Se propone la compra de 36 bidones de 1000 litros cada uno.
- **Bidones de maduración:** Al igual que con los fermentadores es imprescindible tener capacidad de maduración para evitar cuellos de botella en la producción. Al ser la maduración un proceso de dos semanas el volumen de los maduradores es el doble que el de los fermentadores 72000 litros. Se propone la compra de 6 packs de 8 fermentadores de 1.500 litros (72000 litros).
- **Lavado y llenado de los barriles:** Máquina automatizada capaz de realizar la limpieza y llenado de los barriles de cerveza.
- **Lavado y llenado de botellas:** Máquina automatizada capaz de realizar la limpieza y llenado de los botellines de cerveza.

5.2. Actividades y asignación de espacios

El espacio de la nave se dividirá en zonas a las cuales se asigna una superficie estimada, estas zonas se diferenciarán según la actividad en ellas presente.

Tabla 1: Asignación de espacios

Actividad	Zona	Superficie estimada	Maquinaria presente
Almacenaje de materias primas	A	500 m ²	Molino de malta
Sala de cocción	B	120 m ²	Sala de cocción
Extras sala de cocción	C	144 m ²	Tanque de agua caliente
			Enfriador del mosto
			Tanque de agua fría
			Maquina productora de hielo y silo de hielo
Sala de fermentación	D	225 m ²	Bidones de fermentación
Sala de maduración	E	480 m ²	Bidones de maduración
Zona de envasado	F	98 m ²	Lavado y llenado de los barriles
			Lavado y llenado de las botellas
Almacén de producto acabado	G	187,5 m ²	Ninguna
Bar/zona descanso	H	200 m ²	Ninguna
Oficinas	I	187,5 m ²	Ninguna
Zona de ventas y estudio de nuevas cervezas	J	187,5 m ²	Ninguna
Vestuarios	K	42 m ²	Ninguna
WC	L	22,5 m ²	Ninguna

5.3. Tabla relacional de actividades

En la tabla relacional de actividades se establece la relación de proximidad o lejanía entre distintas zonas. Para ello cada letra indicará una necesidad de cercanía, según la escala que se muestra abajo, y la razón se denota con un número de acuerdo con la leyenda que también se adjunta a continuación:

A: Absolutamente necesario	1: Flujo de material
E: Especialmente importante	2: Facilidad
O: Favorable	3: Personal compartido
U: Indiferente	4: Comunicación
X: Evitar a toda costa	5: Ruido o suciedad

Tabla 2: Tabla relacional de actividades

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A. Almacén de materia prima	-	A/1	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
B. Sala de cocción	-	-	A/1	U	U	U	U	U	X/5	U	O/2	U
C. Extras sala de cocción	-	-	-	A/1	A/1	U	U	U	U	U	O/2	U
D. Sala de fermentación	-	-	-	-	A/1	U	U	U	U	U	O/2	U
E. Sala de maduración	-	-	-	-	-	A/1	U	U	U	U	O/2	U
F. Zona de envasado	-	-	-	-	-	-	A/1	U	X/5	U	O/2	U
G. Almacén de producto acabado	-	-	-	-	-	-	-	O/1	U	A/2	U	U
H. Bar/zona de descanso	-	-	-	-	-	-	-	-	U	E/2	U	U
I. Oficinas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E/3	U	E/2
J. Zona de ventas y estudio de nuevas cervezas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	U	E/2
K. Vestuarios con WC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X/2
L. WC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5.4. Diagrama relacional de actividades

En el diagrama de actividades se representará de manera esquemática las relaciones de cercanía de las zonas definidas.

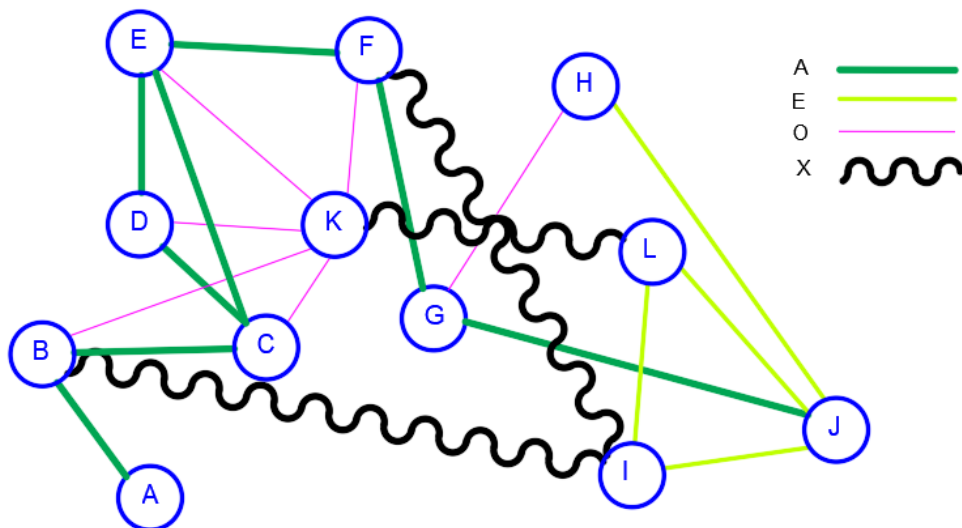


Ilustración 8: Diagrama relacional

5.5. Layout

Plantear una solución para el layout o distribución en planta consiste en distribuir la infraestructura necesaria para la producción de la cerveza en la nave, de manera que se optimicen las distancias recorridas en el proceso y los espacios disponibles. Para ello, en primer lugar, se resolverá la ubicación de cada actividad dentro de la nave y, posteriormente, se detallará la distribución interior de las zonas que lo requieran.

5.5.1. Layout global

Se opta por la siguiente distribución en planta, véase *Ilustración 9*, por los siguientes motivos:

- La posición de los almacenes posibilita buenas alternativas para la carga y descarga tanto de materias primas como del producto acabado.
- Con la distribución planteada, al tener los almacenes junto a zonas vacías, los camiones podrían entrar dentro de la nave para acercarse a los almacenes en caso de realizar grandes encargos.
- Si se plantease una expansión del negocio, los almacenes pueden expandirse hacia las zonas vacías.
- Se da continuidad al proceso productivo evitando al máximo desplazamientos excesivos.

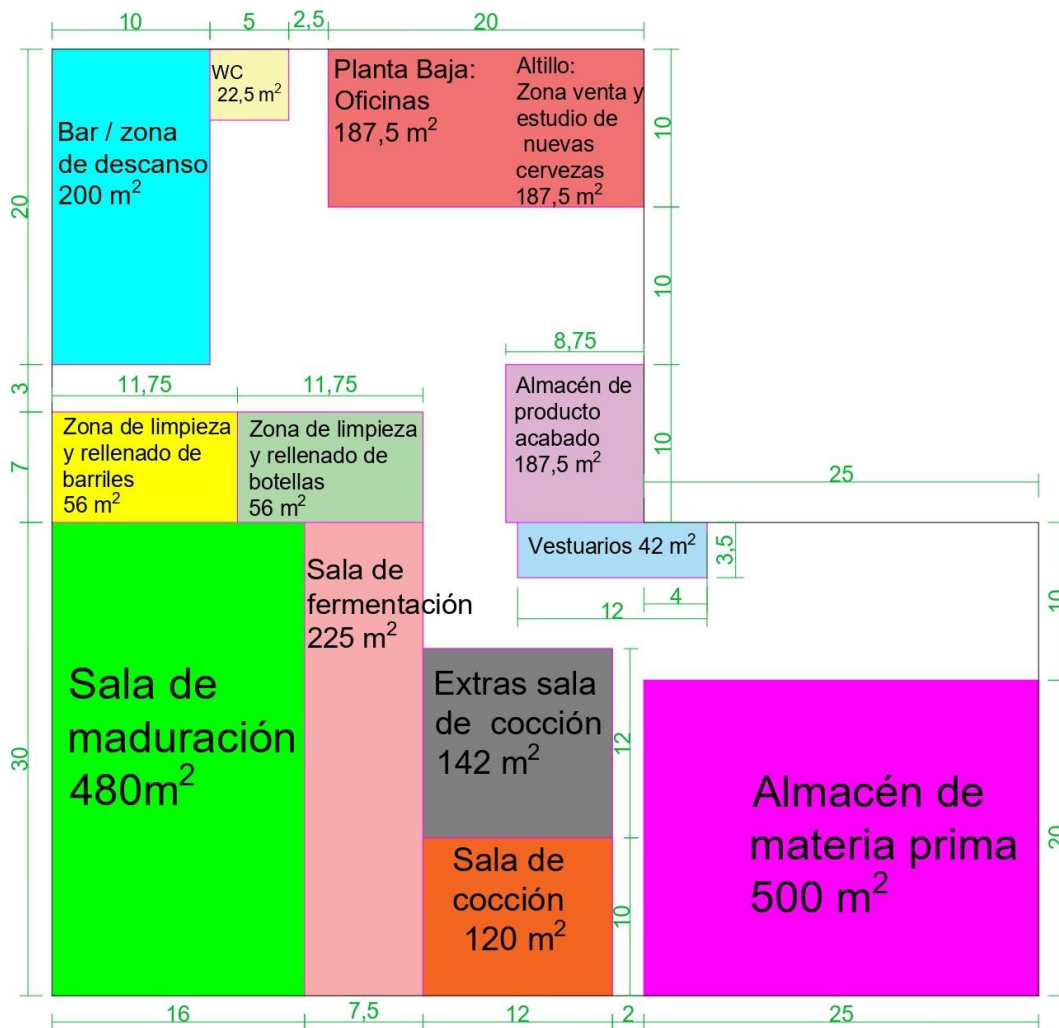


Ilustración 9: Layout nave (cotas en metros)

5.5.2. Layout sala de cocción

En *Ilustración 10* se puede apreciar una alternativa de distribución de la sala de cocción y de sus extras. En ella se ve como la maquinaria encargada de producir el hielo y almacenarlo, está cerca del almacén de agua fría y este, a su vez, del intercambiador de calor. Así mismo el tanque de agua caliente está cerca de los tanques de maceración a donde se bombea su agua.

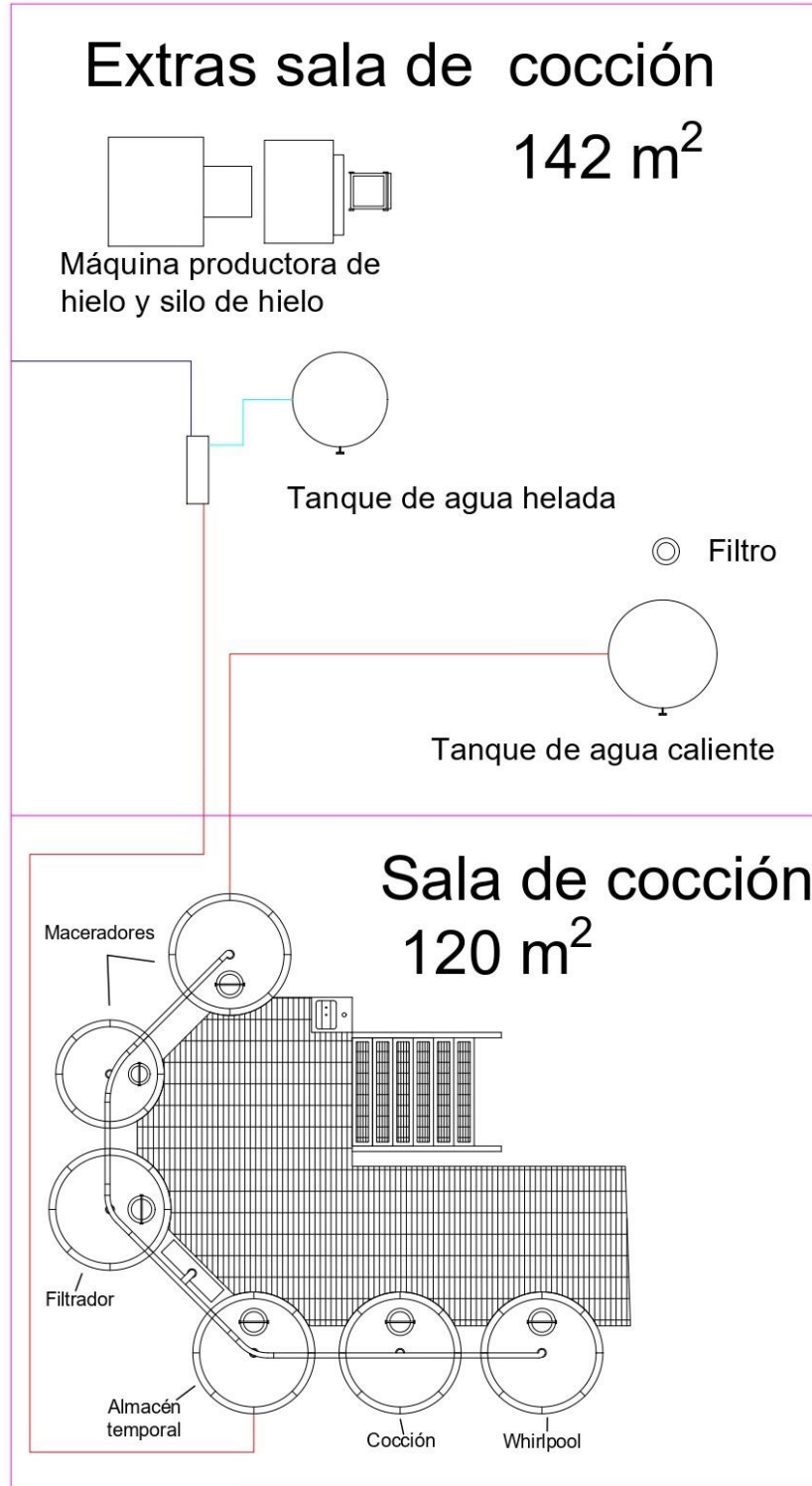


Ilustración 10: Layout Sala de cocción y extras

5.5.3. Layout salas de fermentación y de maduración

En una cervecera las salas de fermentación y maduración ocupan una parte importante del espacio. A continuación, vemos en la *Ilustración 11* una distribución práctica que busca optimizar los desplazamientos del personal.

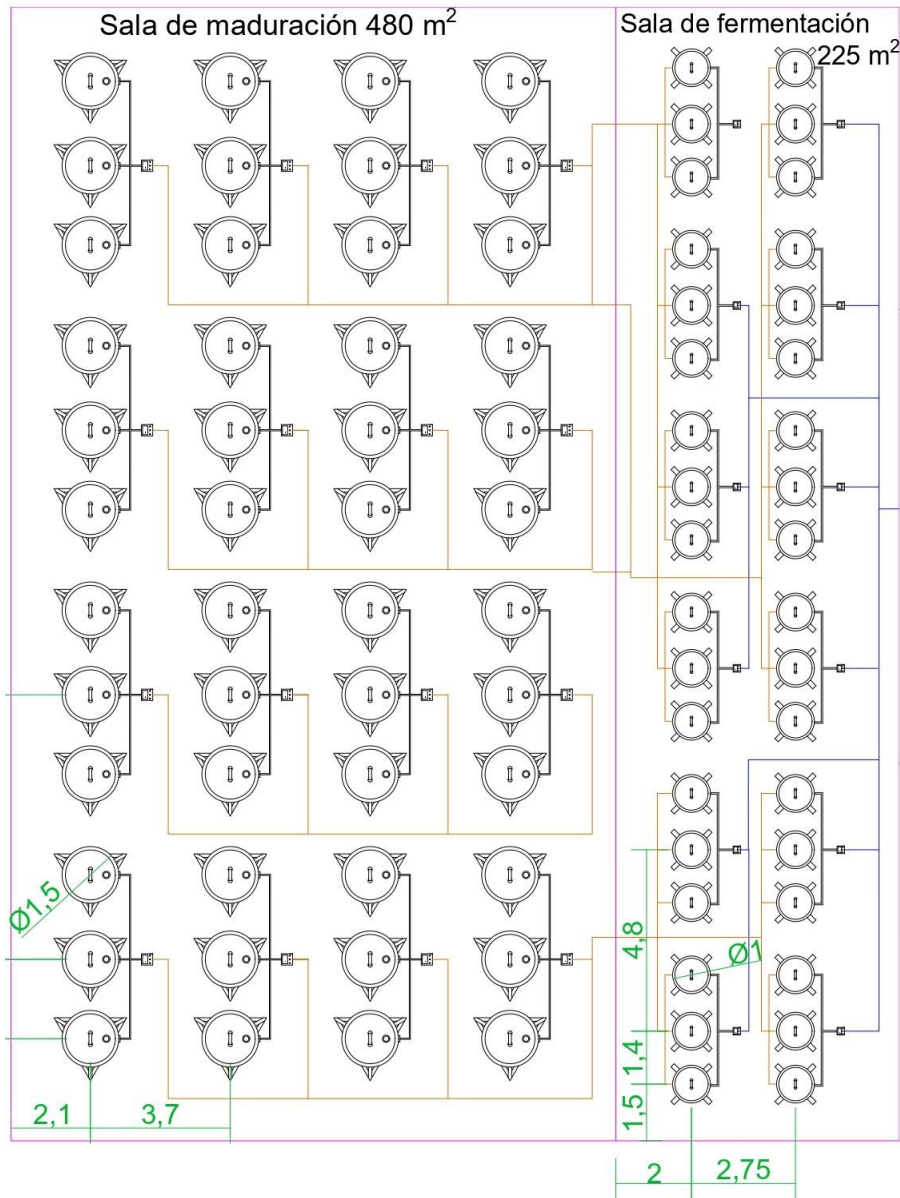


Ilustración 11: Layout salas de fermentación y de maduración (cotas en metros)

5.5.4. Layout oficinas

En la planta baja del atilero se han situado las oficinas las cuales según la distribución propuesta (*Ilustración 12*) constan de oficinas, despachos, baños, una oficina grupal y una sala de reuniones.

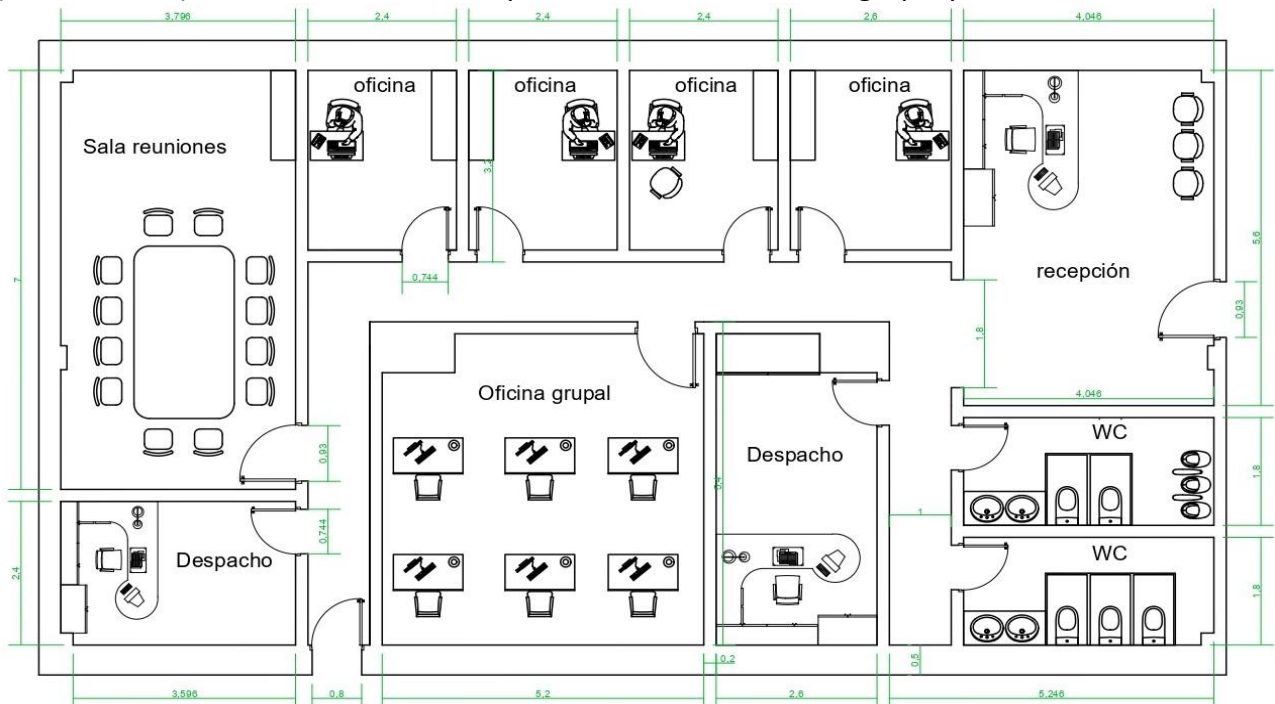


Ilustración 12 Layout oficinas (cotas en metros)

5.5.5. Layout vestuarios y WC

Por último, se plantea una posible solución a los vestuarios (*Ilustración 13*) y al WC (*Ilustración 14*).



Ilustración 13: Layout vestuarios

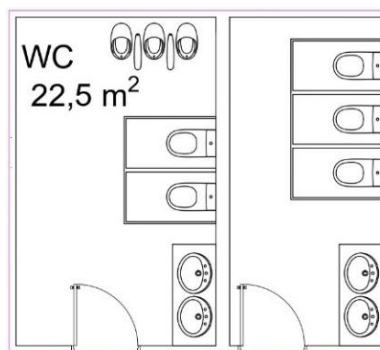


Ilustración 14: Layout WC

6. Descripción de la nave

6.1. Descripción general

La solución adoptada para la geometría de la nave consiste en la creación de dos naves adosadas de distinta longitud. De esta manera la nave presenta la siguiente geometría: En primer lugar, una de las naves adosadas mide 62,5 metros de largo (nave 1) y la más corta 37,5 metros (nave 2), ver *Ilustración 15*. En segundo lugar, ambos pórticos frontales son idénticos, se disponen a dos aguas y se solucionan con una altura de pilar de 8,2 metros, una pendiente en cubierta de 8% y una altura máxima en cumbre de 9,4 metros de altura. Por último, con una luz de 30 metros, la nave en su conjunto abarca 3000 m² donde se albergará la actividad productiva descrita en puntos anteriores.

La nave se ha solucionado con vigas contraviento del tipo Pratt y cruces de San Andrés para retener desplazamientos de puntos clave de la estructura frente a esfuerzos asociados al viento; dos vigas perimetrales dispuestas la primera en cabeza de pilar y la segunda a 5,5 metros de altura sobre el suelo. Al establecer una altura de 5,5 metros para la segunda viga perimetral y los arriostramientos, se establece un gálibo que permita la entrada de camiones si es necesario en la nave.

Al medir la nave 1 más de 40 metros de largo, las dilataciones térmicas de los elementos de la nave se acumulan en forma de esfuerzos que pueden llegar a ser significativos. Para evitar esto, se han independizado dos partes de la nave mediante el uso de juntas por colisos en las correas y arriostramientos intermedios los cuales, se pueden apreciar en la siguiente imagen. En la imagen también se puede observar la ordenación de la nave por alineaciones (de 1 a 11 y de A a M).

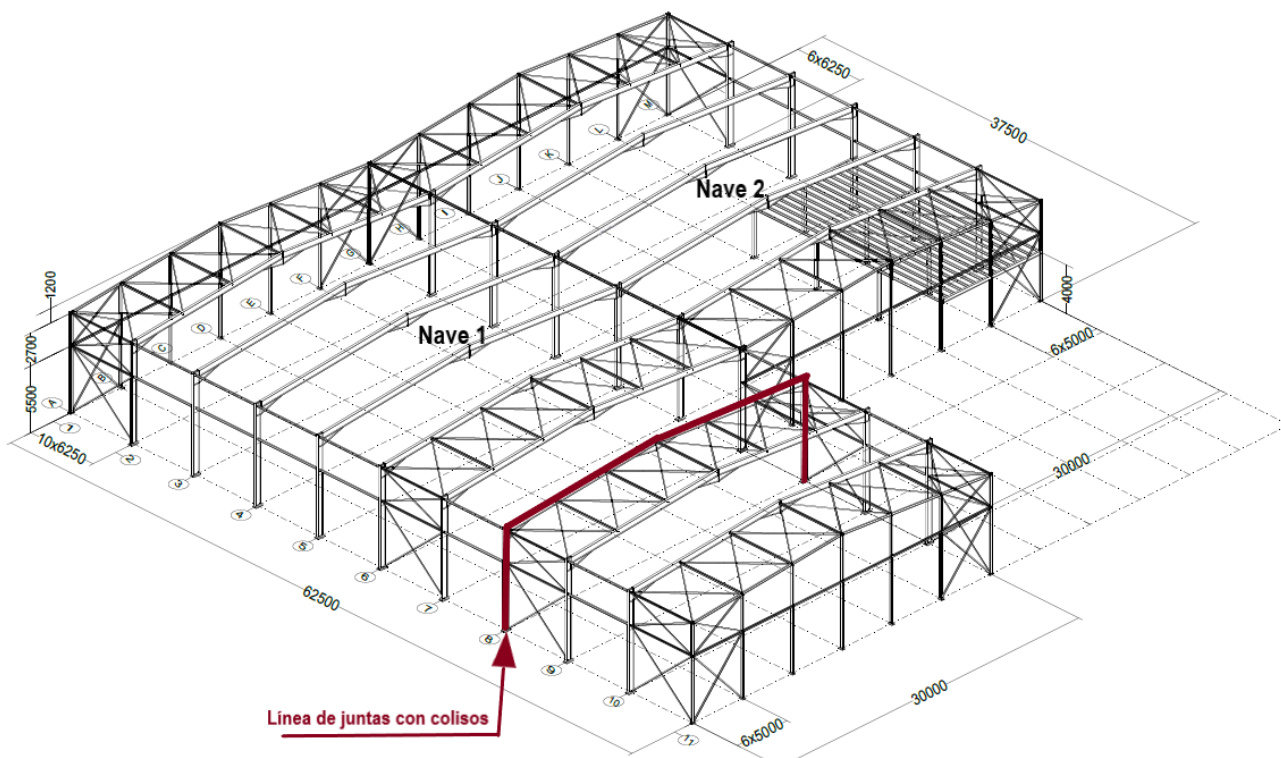


Ilustración 15: Vista 3D (cotas en metros)

6.2. Actuaciones previas

Antes de construir la nave es necesario realizar un acondicionamiento del terreno; se ha de despejar la parcela de arbustos, rocas y otros obstáculos; se compacta y nivela el suelo y se marcan las zanjas donde irán las zapatas y las vigas de atado.

6.3. Cimentación

La cimentación es la base de apoyo sobre la que se ejecuta la nave y ha de diseñarse adecuadamente. Ésta, ha de ser capaz de absorber y transmitir al terreno los esfuerzos provenientes de la nave sin que se produzca: su rotura, deslizamiento o hundimiento. Se usará la normativa española del hormigón EHE-08 para el cálculo de la cimentación.

Tras haber cavado las zanjas de las zapatas y las vigas de atado se vierte sobre ellas una capa de 10 cm de hormigón de menor calidad. Este hormigón de limpieza (HL-150/B/20) sirve para crear una superficie sin irregularidades, evitar la contaminación del hormigón estructural y favorecer el proceso de curado, ya que evita cesiones de agua hacia el terreno.

Para la cimentación de la nave se usará hormigón HA-25/B/20/IIa y para simplificar la solución, seis tipos de zapatas de distintas dimensiones, véase la *Ilustración 16*.

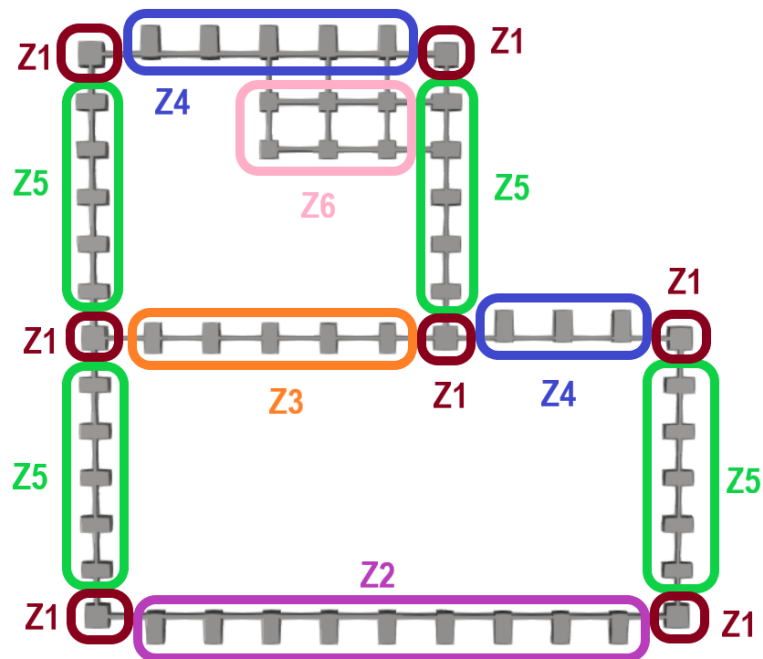


Ilustración 16: Cimentación

Cada tipo de zapata tiene una forma cuadrada, rectangular excéntrica o rectangular centrada según se vea beneficiada para requerir menor volumen. Al incorporarse la armadura de acero corrugado B500S se deben dejar unos recubrimientos inferior y superior de 5 cm, y un recubrimiento lateral de 8 cm por estar en contacto directo con el terreno. Estos recubrimientos nominales aseguran que la armadura sea ajena a los factores ambientales. En la *Ilustración 17* se pueden apreciar como quedarían las zapatas viéndose sus armaduras.

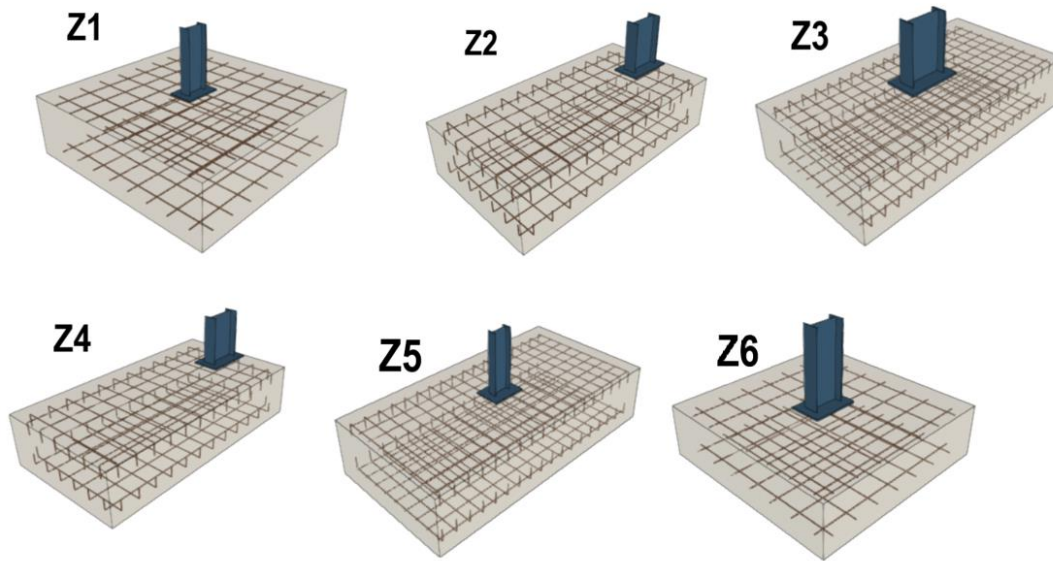


Ilustración 17 Vista 3D zapatas

En la siguiente tabla se especifica las dimensiones de cada zapata y su armado.

Tabla 3: Tabla tipos de zapatas

Tipo de zapata	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armadura inferior X	Armadura inferior Y	Armadura superior X	Armadura superior Y
Z1	250x250	75	8 ϕ 16c/29	8 ϕ 16c/29	8 ϕ 16c/29	8 ϕ 16c/29
Z2	180x340	80	12 ϕ 16c/27	7 ϕ 16c/24	12 ϕ 16c/27	6 ϕ 16c/24
Z3	170x320	70	18 ϕ 12c/17	9 ϕ 12c/17	18 ϕ 12c/17	9 ϕ 12c/17
Z4	180x340	80	12 ϕ 16c/27	6 ϕ 16c/27	12 ϕ 16c/27	6 ϕ 16c/27
Z5	160x310	70	18 ϕ 12c/17	9 ϕ 12c/17	18 ϕ 12c/17	9 ϕ 12c/17
Z6	185x185	50	7 ϕ 12c/25	7 ϕ 12c/25	7 ϕ 12c/25	7 ϕ 12c/25

Por último, la viga de atado une las zapatas aportando rigidez y estabilidad al conjunto de la cimentación. Todas las zapatas se unen con una viga de atado cuadrada de 40x40 cm² de sección, un armado superior e inferior de 2 ϕ 12 y estribos de 1x ϕ 8c/30, véase la *Ilustración 18*.

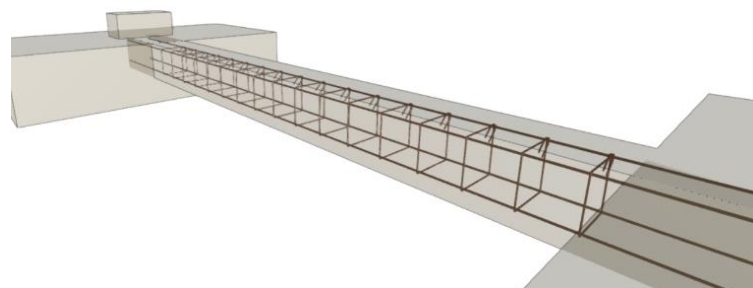


Ilustración 18: Viga de atado

6.4. Placas de anclaje

Las placas de anclaje son un tipo de unión mixta que unen los pilares con las zapatas. Las placas de anclaje deben asegurar la verticalidad de los pilares, así como un correcto empotramiento de estos. Cada placa de anclaje está constituida de una chapa rectangular de acero S275, una o dos cartelas metálicas y por último, de pernos de acero B500S. Los pernos se atornillan a la placa y se disponen con una patilla a 90º, de esta manera se asegura un mejor agarre, lo que permite disminuir la longitud de anclaje de los pernos y el canto en las zapatas.

Para el proyecto se requiere de cinco tipos de placas de anclaje distintas, una por cada pilar de distinto perfil. Según tengan una o dos cartelas se verán como muestra la *Ilustración 19*.

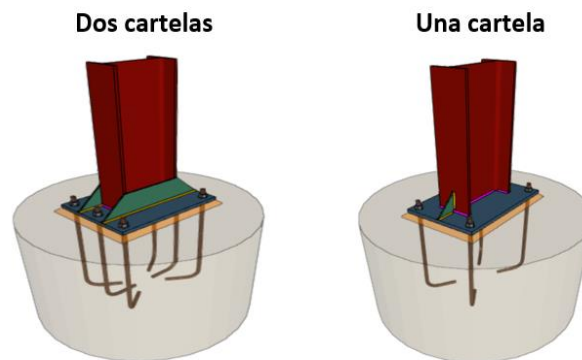


Ilustración 19: Placas de anclaje

Tipos de placa de anclaje	Número de cartelas	IPE arriostrado	Dimensiones X/Y/Z (mm)	Diámetro Pernos	Longitud pernos (mm)
Tipo 1	1	IPE 270	300x450x18	4 Ø16	350
Tipo 2	2	IPE 500	400x700x25	8 Ø25	600
Tipo 4	1	IPE 240	250x400x15	4 Ø16	350
Tipo 5	2	IPE 220	300x400x15	6 Ø16	350
Tipo 20	2	IPE 300	300x450x18	4 Ø16	350

6.5. Pórtico fachada frontal tipo

Tanto el pórtico frontal de fachada de la nave 1, como de la nave 2, constan de siete pilares de perfil IPE, cinco de los cuales son interiores del tipo IPE 220 y se encuentran girados 90° con respecto a los de esquina. Los pilares de esquina se solucionan con distintos de perfiles IPE dependiendo del pórtico y soportan la jácena de 30 metros de luz, solucionada con perfiles IPE 180.

A una altura de 5,5 metros se sitúan los montantes del tipo SHS 120x3.0 y los extremos de los tirantes. Estos tirantes pertenecientes a la Cruz de San Andrés están resueltos con perfiles en L 80x80x8 que, junto a los montantes, conforman el sistema de arriostramiento de fachada, el cual sirve para reducir el coeficiente de pandeo de los pilares en el plano del pórtico.

El pórtico mostrado en la *Ilustración 20* corresponde al pórtico frontal tanto de la nave 1 como 2.

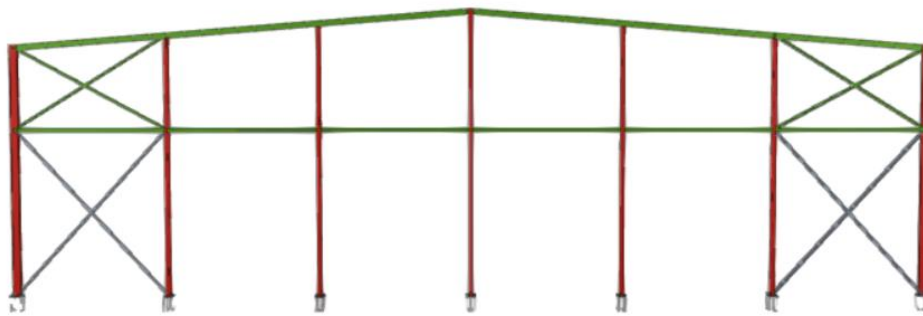


Ilustración 20: Pórtico fachada frontal

6.6. Pórtico interior tipo

El pórtico interior está constituido por dos pilares que soportan la jácena. Para facilitar la unión entre ambas partes se han dimensionado con el mismo perfil, IPE 500, y se han dispuesto cuatro cartelas de 2 metros atornilladas a la jácena.

La primera pareja de pórticos de fachada y las seis siguientes parejas de pórticos interiores, comparten pilar central de manera que quedan adosados. Esto permite abarcar grandes luces sin uso de una celosía. Los pórticos interiores están unidos entre sí mediante Vigas Perimetrales, resueltas con perfiles IPE 160.

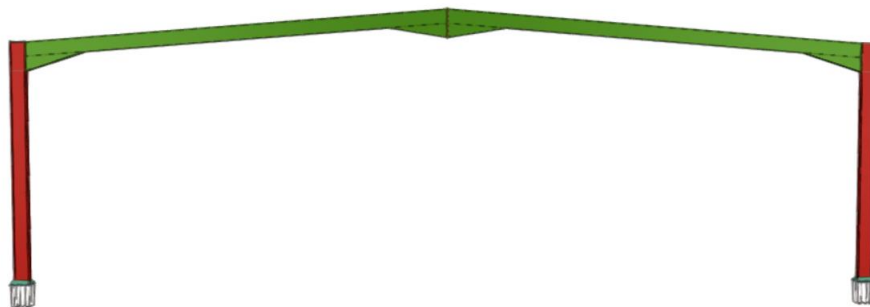


Ilustración 21: Pórtico interior frontal

6.7. Pórtico de fachada lateral tipo

La *Ilustración 22* corresponde al pórtico de fachada lateral (A). Como se ha explicado previamente, la nave 1 mide más de 40 metros de largo, esto implica aplicar medidas para evitar el efecto de las cargas térmicas. Al añadir uniones de correas con juntas de dilatación en el pórtico (8), se divide la nave 1 en dos tramos de menor longitud, a los cuales se les permite la libre dilatación. Para arriostrar correctamente los nuevos tramos, se aplicarán Vigas Contraviento y Cruces de San Andrés intermedias.

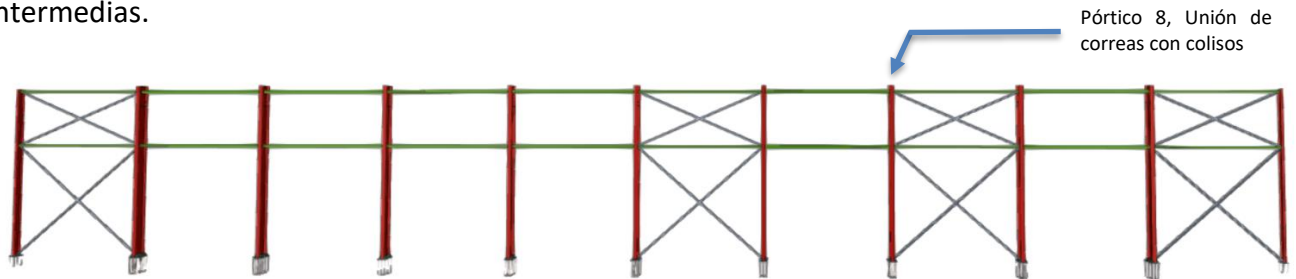


Ilustración 22: Pórtico fachada lateral tipo

Cada cruz de San Andrés consta de cuatro tirantes y dos montantes. Los montantes de 6,25 metros se sitúan a 5,5 y 8,2 metros de altura y en sus extremos se articulan los tirantes con los pilares.

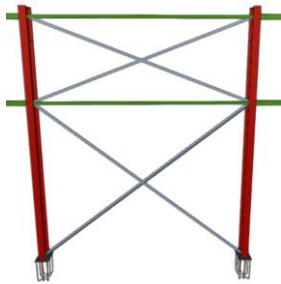


Ilustración 24: Cruz de San Andrés

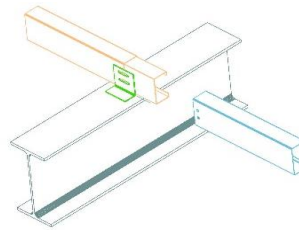


Ilustración 23: Junta de unión de correas con colisos

6.8. Viga contraviento

Para la materialización de la nave son necesarias seis vigas contraviento del tipo Pratt como la de la *Ilustración 25*. Este elemento estructural es fundamental para transmitir los esfuerzos provenientes de los pórticos de fachada.

Se resuelve con 5 montantes centrales del tipo SHS 120x3.0, los montantes exteriores se consideran de la Cruz de San Andrés y cuentan con perfil SHS 100x4.0. Las diagonales son perfiles en L 80x80x8 y se requieren de 12 por cada VCV. Al ser la separación entre pórticos de 6,25 metros y la separación de pilares de 5 metros cada montante medirá 6,25 metros y cada tirante contará con una longitud de 8,003 metros.

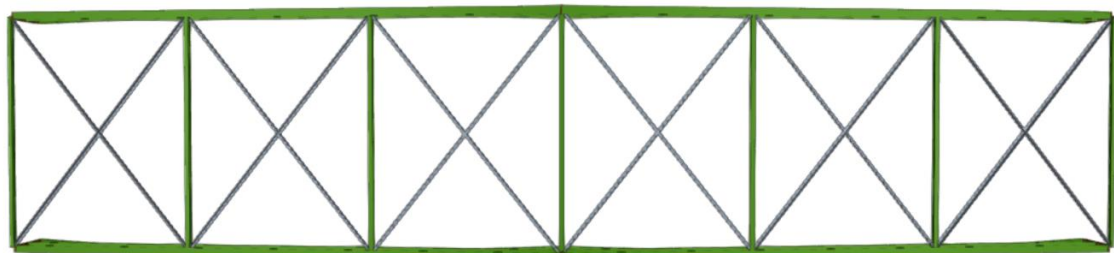


Ilustración 25: Viga contraviento Pratt

6.9. Altillo

La nave contará con un altillo de 187,5 m² (10 metros de ancho por 18,75 metros de largo), desarrollado a lo largo de las tres primeras crujiás de la nave 2 como se puede ver en la *Ilustración 26* y que requiere de los siguientes elementos:

- **Pilares:** Se usan 6 pilares de 4 metros de altura para soportar las cargas provenientes del altillo. Los pilares del tipo IPE 300, se han dispuesto paralelos a los pórticos frontales
- **Vigas:** Las vigas son 4 barras dispuestas sobre los pilares, con la función de transmitir la carga que les llegue desde las viguetas hasta los pilares. Se solucionan a base de perfiles IPE 300 como los pilares.
- **Viguetas:** Son perfiles IPE 180 separadas 0,70 metros entre sí que se disponen en dirección perpendicular a los pórticos. Su función es recibir las cargas a las que se vea sometido el altillo y transmitir las a las vigas.



Ilustración 26: Altillo

6.10. Correas

Las correas se encargan de soportar los cerramientos y transmitir a la estructura las cargas a las que éstos se ven sometidos. Son el único elemento de la estructura conformado con acero S235 ya que para el resto se utiliza acero S275. Se han calculado sus parámetros con el software Generador de Pórticos, obteniendo los siguientes resultados:

- **Correas en Cubierta:** Son del tipo CF-200x2.5 con una separación de 1,806 metros de manera que se requerirán de 36 correas en cubierta en total.
- **Correas laterales:** Son del tipo CF-200x2.5 con una separación de 1,267 metros de manera que se requerirán de 21 correas laterales en total.

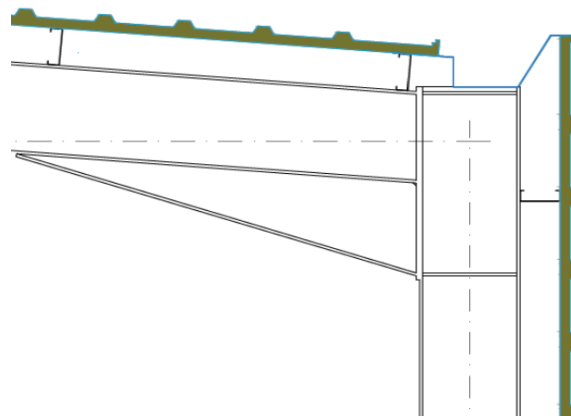


Ilustración 27: Cerramiento sobre correas

6.11. Cerramientos

Sobre las correas, atornillados, se disponen los cerramientos. En este proyecto, se dispondrán de paneles tipo sándwich, los cuales constan de dos placas metálicas separadas por un aislante de poliuretano. La *Ilustración 28* es un ejemplo de panel sándwich.

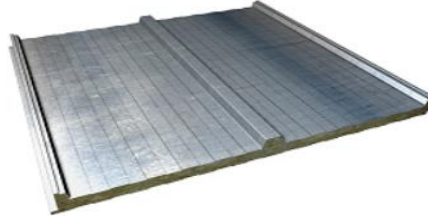


Ilustración 28: Panel sándwich. Fuente: CYPE, Generador de Precios

6.12. Huecos de la nave

En este subcapítulo se busca ofrecer una solución práctica a la disposición de puertas, ventanas y lucernarios. Se pretende así asegurar una buena iluminación del interior de la nave durante el día, así como posibilitar el acceso a la nave de personas y camiones. Los huecos que se representan tanto en los planos como en la *Ilustración 29*, son los siguientes:

- **Lucernarios:** Se sitúan en la cubierta permitiendo el acceso de luz solar y son el elemento principal de iluminación natural de la nave. Se disponen 26 unidades de 2,4x5,5 metros.
- **Puertas industriales:** Se sitúan tanto en las fachadas frontales como laterales y permiten el acceso de camiones a la nave. Se disponen 4 unidades de dimensiones 5x5 metros en fachadas frontales y 6 puertas de dimensiones 4x4 metros en fachadas laterales.
- **Puertas comunes:** Se opta por la colocación de 2 puertas comunes de 1,6x2,4 metros en las fachadas frontales delanteras y de 4 de las mismas en la fachada frontal trasera.
- **Ventanas:** Se requieren especialmente en la fachada lateral M donde se sitúan las oficinas y la zona de catas. También se disponen en las fachadas frontales para obtener luz en toda la nave a primera hora de la mañana y al atardecer. Se usan de dos tipos: 3 grandes de 4,5 metros de ancho por 4 metros de alto y 17 medianas de 4,5 metros de ancho por 2,3 metros.

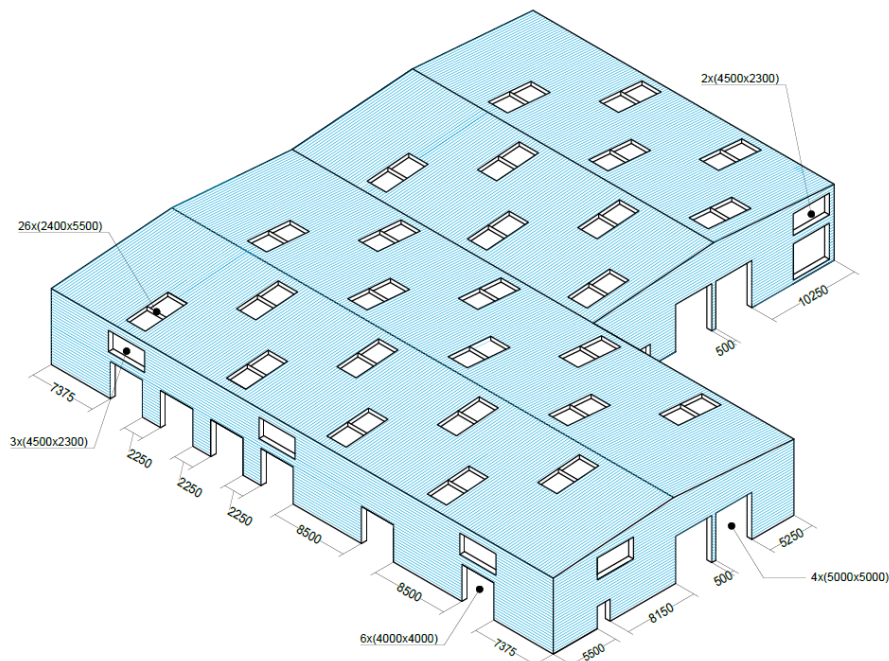
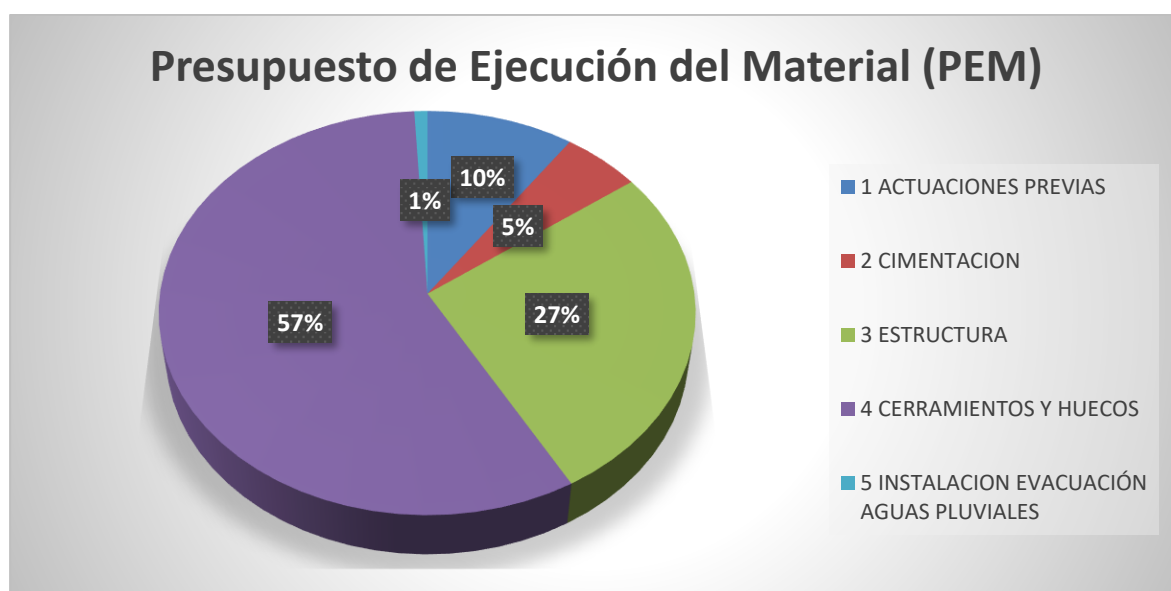


Ilustración 29: Huecos en cerramiento

7. Resumen del presupuesto de ejecución por contrata

Capítulo	Importe
Capítulo 1 ACTUACIONES PREVIAS	82.698,08
Capítulo 1.1 Movimiento de tierras	13.668,08
Capítulo 1.2 Nivelación del terreno	69.030,00
Capítulo 2 CIMENTACIÓN	44.049,36
Capítulo 3 ESTRUCTURA	227.267,79
Capítulo 3.1 PLACAS DE ANCLAJE	6.667,42
Capítulo 3.2 ACERO	206.209,74
Capítulo 3.3 FORJADO ALTILLO	14.390,63
Capítulo 4 CERRAMIENTOS Y CRPINTERÍA	486.097,29
Capítulo 5 INSTALACION EVACUACIÓN AGUAS PLUVIALES	7.321,39
Presupuesto de ejecución material (PEM)	847.433,91
13% de gastos generales	110.166,41
6% de beneficio industrial	50.846,03
Suma	1.008.446,35
21%	211.773,73
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	1.220.220,08

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTOS VEINTE MIL DOSCIENTOS VEINTE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS.



Por lo que a costes respecta, la mayor parte del presupuesto de ejecución del material va destinado al cerramiento y la cerrajería con un 57%. En segunda posición, la estructura metálica acapara el 27% del presupuesto, restando un 16% para las actuaciones previas, la cimentación y el sistema de recogida de aguas pluviales.

8. Bibliografía

WEBS INFORMATIVAS Y DOCUMENTACIÓN

- Sede electrónica del catastro, visor cartográfico. Datos catastrales de la parcela.
Url: <https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?buscar=S>
- Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana. Imágenes satélite.
Url: <https://visor.qva.es/visor/>
- Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural (CTE-SE).
 - Acciones en la Edificación (CTE-SE-AE).
Url: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-AE.pdf>
 - Cimientos (CTE-SE-C).
Url: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-C.pdf>
 - Acero (CTE-SE-A).
Url: <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SE/DBSE-A.pdf>
- Tiendas online maquinaria cervecera. Datos geométricos y funcionales de la maquinaria. Urls:
 - <https://www.czechminibreweries.com/es/>
 - <https://itvmaquinasdehielo.es/>
 - <https://www.icespedes.com/catalog/es/>
- Cerveceros de España y Ministerio de Agricultura. El País *Ilustración 1: Evolución demanda cerveza artesanal*. Url:
https://elpais.com/sociedad/2019/05/16/actualidad/1558012609_996587.html
- Cadena Ser: Producción y tamaño cervecera Tyrís.
https://cadenaser.com/emisora/2018/02/21/radio_valencia/1519226575_502089.html
- Apuntes de la asignatura Tecnología de la construcción
- Curso Básico CYPE3D, de Hecto Saura
- Proyecto de urbanización de parcela de 55019m², construcción de nave e instalación frigorífica de 2700m² para venta al por mayor de productos alimentarios sita en el término municipal de Cabezo de Torres. TFM de Raquel Sabater Cánovas.
- Videos explicativos elaboración de la cerveza. Urls:
 - https://www.youtube.com/watch?v=J3_qpEovej8
 - https://www.youtube.com/watch?v=l4_khe4Vpg4
- Normas subsidiarias Albuixech, El Mediterráneo.
Url: <https://docplayer.es/35636183-Poligono-industrial-mediterraneo-en-albuixech-y-masalfasar-normas-de-construccion-e-instalacion-de-industrias.html>

SOFTWARE UTILIZADO

- AutoCAD
- Generador de Pórticos
- CYPE3D
- Arquímedes
- CYPECAD
- Word
- Excel

DOCUMENTO II

ANEXO DE CÁLCULO

1. Normativa aplicada

La normativa aplicada en el presente proyecto es la vigente en el territorio español, para el ámbito de la construcción.

- **INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE-08):** Normativa empleada para el cálculo de la cimentación. Real Decreto 1247/2008.
- **CODIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN:** Normativa que rige los procedimientos constructivos y de cálculo de la estructura. Real Decreto 314/2006.
 - **DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)**
 - **DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB-SE-AE)**
 - **DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD ESTRUCTURAL CIMIENTOS (DB-SE-C)**
 - **DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD ACERO (DB-SE-A)**

2. Acciones en la nave

2.1. Acción gravitatoria (G)

- Peso del cerramiento en cubierta y fachadas laterales, panel tipo sándwich: $0,15 \text{ kN/m}^2$.
- Peso propio de la estructura: Viene dada por el programa en función de los perfiles dispuestos en las barras y haciendo uso de una densidad del acero de 7850 kg/m^3 .
- Peso propio de las correas en cubierta CF-200x2.5: $0,037 \text{ kN/m}^2$.
- Peso propio de las correas laterales CF-200x2.5: $0,052 \text{ kN/m}^2$.
- Peso propio del forjado: $2,25 \text{ kN/m}^2$.
 - Peso de la capa de compresión de 5 cm: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0,05 \text{ m} = 1,25 \text{ kN/m}^2$.
 - Peso del solado: 1 kN/m^2 .

2.2. Sobrecargas de Uso (Q)

- Sobrecarga de Uso en el cerramiento: Corresponde a Sobrecarga de Uso para cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento, cubiertas ligeras sobre las correas (sin forjado). Tipo G1, con valor de 0,40 kN/m². No es concomitante con el resto de las acciones variables.
- Sobrecarga de Uso en el forjado del altillo: Corresponde a Sobrecarga de Uso para zonas de acceso al público, zonas con asientos fijos. Tipo C1, con valor de 4 kN/m².

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Ilustración 30: Tabla 3,1 CTE-SE-AE

2.3. Sobrecarga de Nieve (Q_n)

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

De esta manera la carga de nieve (Q_n), puede obtenerse mediante el producto de la sobrecarga de nieve S_k, multiplicado por un coeficiente de forma (μ). Se especifica como calcular ambos parámetros en los apartados 3.5.2 y 3.5.3 del CTE-SE-AE.

$Q_n = S_k \times \mu$	Ec. 10
------------------------	--------

2.3.1. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (S_k)

- Zona de clima invernal (Figura E.2 Zonas climáticas de invierno): Zona 5
- Altitud topográfica: 3.00 m

Figura E.2. Zonas climáticas de invierno



Ilustración 31: Figura E.2. CTE-SE-AE

Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (S_k) = 0,20 kN/m².

Tabla E.2. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

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

Ilustración 32: Tabla E.2. CTE-SE-AE

2.3.2. Coeficiente de forma (μ)

- Cubierta sin resaltos
- Pendiente en cubierta 8%
- Exposición al viento: Normal

FALDONES SIN LIMAHOYA

Coefficiente de forma (para $\alpha=4,58^\circ$) $\mu = 1$.

$\mu(\alpha) = \begin{cases} 1 & , \quad \alpha < 30^\circ \\ 1 - (\alpha - 30)/30 & , \quad 30 < \alpha < 60^\circ \\ 0 & , \quad \alpha > 60^\circ \end{cases}$	Ec. 11
---	--------

$$Q_n \text{ SIN LIMAHOYA} = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

FALDONES CON LIMAHOYA

La limahoya es un impedimento para el deslizamiento de la nieve por lo que se mayor el coeficiente de forma (μ) en un ancho de 2 m.

Coefficiente de forma en un ancho de 2 m (para $\beta=\alpha=4,58^\circ$) $\mu = 1,153$.

$\mu = 1 + \beta/30^\circ$	Ec. 12
----------------------------	--------

$$Q_n \text{ CON LIMAHOYA} = 0,2307 \text{ kN/m}^2$$

2.3.3. Acumulación de nieve

Si la pendiente de una cubierta es superior a los 30° , por ella deslizará la nieve aguas abajo, hasta caer de la cubierta o depositarse en un cambio de pendiente brusco. Éste no es el caso de la nave proyectada en este trabajo, ya que al no estar dotada de suficiente pendiente, la nieve no resbalará hasta la limahoya (coeficiente de forma $\mu=1$).

Según el CTE-SE-AE, 3.5.4 Acumulación de nieve: En aquellas cubiertas cuyo factor de forma (μ) exceda o iguale la unidad, no existirá acumulación de nieve asociada al deslizamiento aguas abajo de la misma. Por lo tanto, no procede el cálculo de este apartado.

2.3.4. Hipótesis sobrecarga de nieve

Se tendrán en cuenta las posibles distribuciones asimétricas de sobrecarga de nieve en la nave, generadas por posibles descargas de faldones a causa del viento. Se reduce así, su factor de forma a la mitad, en aquellas zonas donde la acción sea favorable.

Las hipótesis aplicadas aportadas por CYPE 3D son las siguientes:

- 1) N(EI): Nieve (estado inicial)
- 2) N(R) 1: Nieve (redistribución) 1
- 3) N(R) 2: Nieve (redistribución) 2

2.4. Acción del viento

Conforme al documento CTE-SE-AE: Los edificios se comprobarán ante la acción del viento en todas direcciones, independientemente de la existencia de construcciones contiguas medianeras, aunque generalmente bastará con considerar dos direcciones ortogonales entre sí cualesquiera. Para cada dirección se debe considerar la acción en los dos sentidos y mediante la expresión siguiente.

$q_e = q_b \times C_e \times C_p$	Ec. 13
-----------------------------------	--------

2.4.1. Presión dinámica del viento (q_b)

El valor de q_b es de $0,42 \text{ kN/m}^2$ al encontrarse la nave en la zona climática A.

Figura D.1. Valor básico de la velocidad del viento v_b

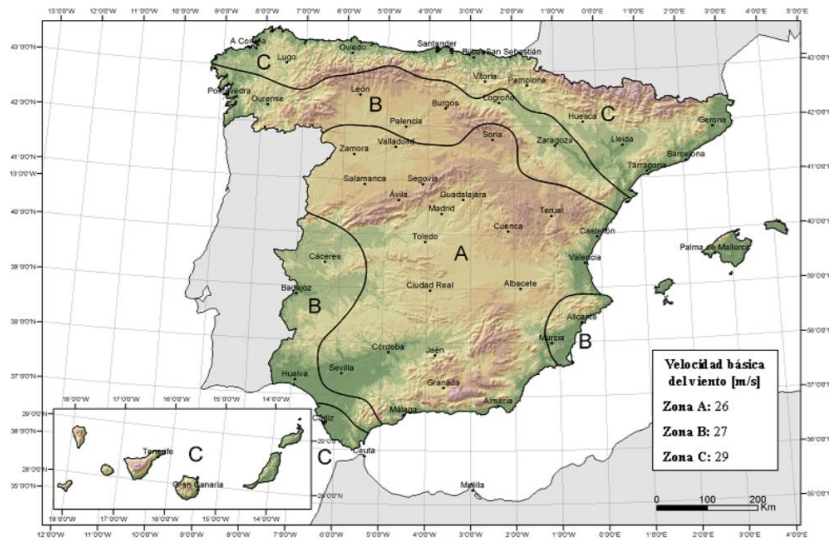


Ilustración 33: Figura D.1. CTE-SE-AE

2.4.2. Coeficiente de exposición (C_e)

Depende de los siguientes parámetros:

- Grado de aspereza: IV, zona urbana en general, industrial o forestal.
- Altura en cumbre de la nave: 9,2 metros.

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

$C_e = F \cdot (F + 7 k)$	<i>Ec. 14</i>
$F = k \cdot \ln (\max (z,Z) / L)$	<i>Ec. 15</i>

Con las expresiones *Ec. 14* y *Ec. 15*. Obtenemos una $C_e=1,7414$.

2.4.3. Coeficiente eólico (C_p)

Para obtener los esfuerzos de viento solo resta obtener los coeficientes eólicos C_p . Estos coeficientes dependen de la dirección de incidencia del viento, la geometría de la nave, de la zona del elemento considerado y de su área de influencia. Para su cálculo utilizaremos las tablas de paramentos verticales, la de cubiertas planas y por último la tabla de cubiertas múltiples.

Tabla D.3. Paramentos verticales

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3

Ilustración 34: Tabla D.3. CTE-SE-AE

Coeficientes eólicos C_p en fachada					
	A	B	C	D	E
H1	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3
H2	-1,2	-0,8	-0,5	0,7	-0,3

Tabla D.4 Cubiertas planas

h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
		F	G	H	I
Bordes con aristas	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-0,2
Bordes con parapetos	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
	≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	-0,2
Con parapetos	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2
	≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	-0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	-0,2

Ilustración 35: Tabla D.4. CTE-SE-AE

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

		Coeficientes eólicos Cp en cubierta			
		F	G	H	I
H1		-1,8	-1,2	-0,7	0,2
H2					-0,2

2.5. Resultado de las combinaciones

Las combinaciones generadas por el programa y justificadas en este capítulo son las enumeradas a continuación:

1. V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
2. V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
3. V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
4. V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
5. V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
6. V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
7. V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
8. V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

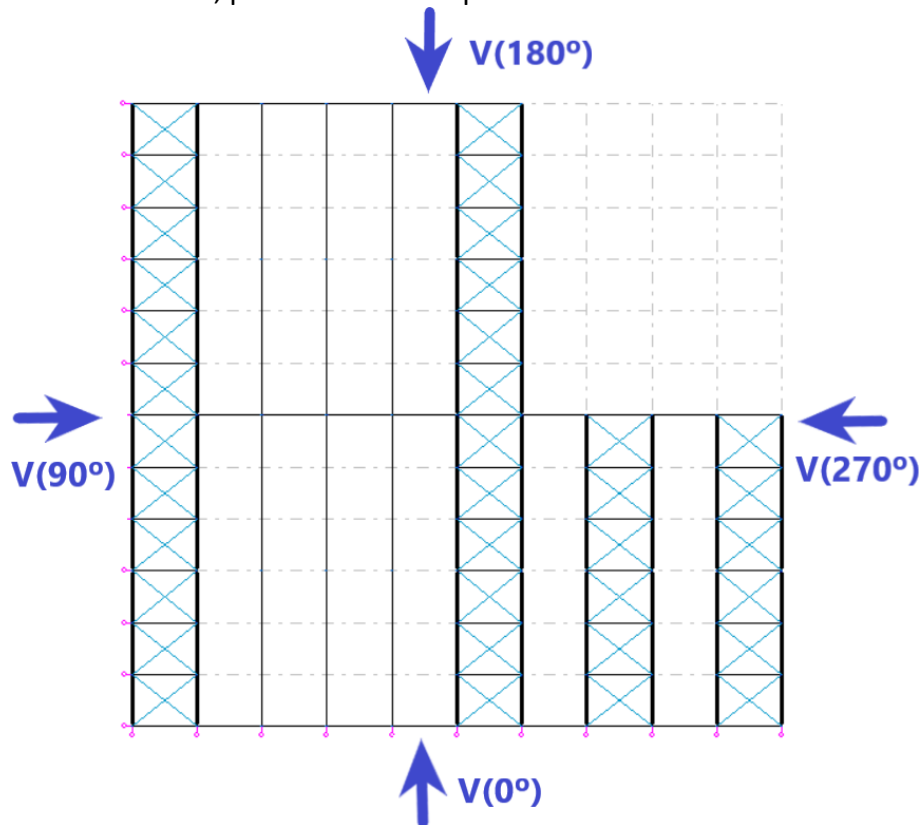


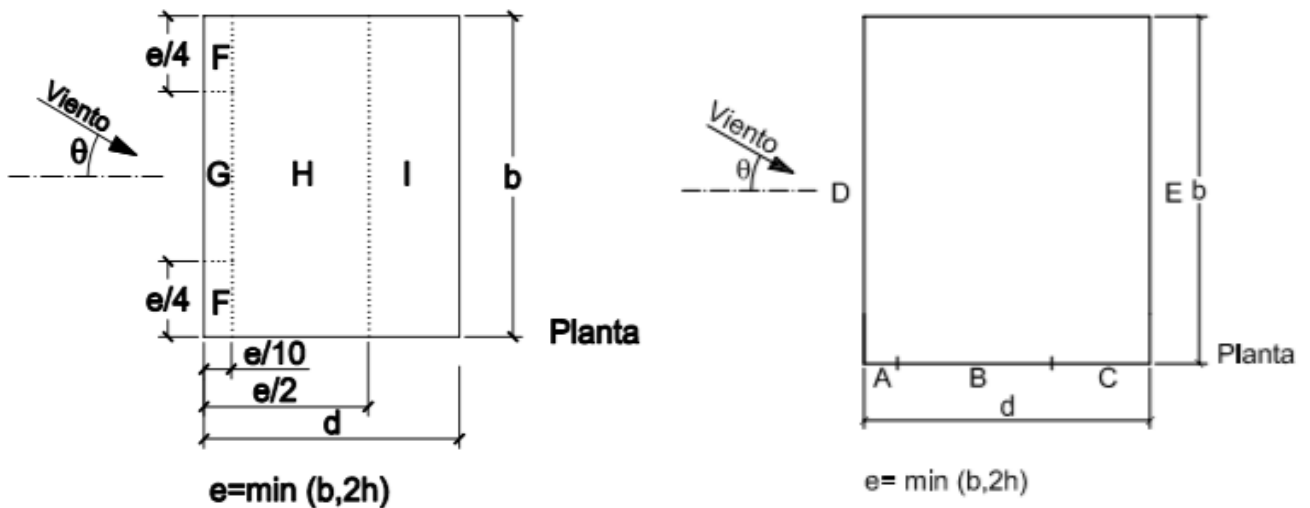
Ilustración 36: Direcciones del viento

Las orientaciones para las que se ha calculado la acción de viento están indicadas en la *Ilustración 36*. Por otra parte, H1 y H2, se refieren a las dos combinaciones de coeficientes eólicos en cubierta, en concreto de la zona I.

Tabla 4: Viento Lateral

	Zona	Coefficiente eólico (Cp)	Carga superficial (kN/m ²)	Carga lineal en pórtico interior (kN/m)
H1 y H2 Fachadas	A	-1,2	-0,8776	-5,4853
	B	-0,8	-0,5851	-3,6569
	C	-0,5	-0,3657	-2,2855
	D	0,7	0,5120	3,1998
	E	-0,3	-0,2194	-1,3713
H1 Cubierta	F	-1,8	-1,3165	-8,2279
	G	-1,2	-0,8776	-5,4853
	H	-0,7	-0,5120	-3,1998
	I	0,2	0,1463	0,9142
H2 Cubierta	F	-1,8	-1,3165	-8,2279
	G	-1,2	-0,8776	-5,4853
	H	-0,7	-0,5120	-3,1998
	I	-0,2	-0,1463	-0,9142

El criterio de signo usado es el mismo que en el Código Técnico, y consiste en (+) para presión y (-) para succión. H1 y H2 corresponden a las dos hipótesis de viento: Presión en la zona I para H1 y succión en la zona I para H2. Las zonas con diferentes coeficientes vienen especificadas en la siguiente imagen.



Finalmente, CYPE3D utiliza la Tabla D.9. del CTE-SE-AE, para modificar los coeficientes eólicos obtenidos.

3. Materiales

3.1. Acero (CTE-SE-A)

Tipo acero	Acero	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero conformado	S235	235	210
Acero laminado	S275	275	210

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 270, (IPE)	45.90	20.66	14.83	5790.00	420.00	15.90
		2	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.03
		3	IPE 180, (IPE)	23.90	10.92	7.82	1317.00	101.00	4.73
		4	IPE 500, (IPE)	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10
		5	IPE 500, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.	115.50	48.00	42.96	48200.00	2142.00	89.10
		6	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
		7	SHS 100x4.0, (Cold Formed SHS)	14.94	6.40	6.40	225.78	225.78	361.82
		8	SHS 120x3.0, (Cold Formed SHS)	13.80	5.85	5.85	311.98	311.98	487.70
		9	L 80 x 80 x 8, (L)	12.30	5.76	5.76	72.25	72.25	2.59
		10	L 90 x 90 x 8, (L)	13.90	6.56	6.56	104.40	104.40	2.94
		11	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.54
		12	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	19.92

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

3.2. Hormigón y acero corrugado (EHE-08)

Tipo material	clase	Lim. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Acero corrugado	B500S	500	210
Hormigón armado	HA-25/B/20/IIa	25	
Hormigón de limpieza	HL-150/B/20	150	

4. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	CTE-Altitud <= 1000 m

4.1. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \Psi_{p1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

g_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

g_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$g_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\gamma_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\gamma_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08

	Persistente o transitoria			
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (γ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ _p)	Acompañamiento (γ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (γ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ _p)	Acompañamiento (γ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (γ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ _p)	Acompañamiento (γ _a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (γ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ _p)	Acompañamiento (γ _a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (γ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ _p)	Acompañamiento (γ _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Integridad -G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	0.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

Integridad G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

Apariencia				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)				
Sobrecarga (Q - Uso G1)				
Viento (Q)				
Nieve (Q)				

Apariencia				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y _p)	Acompañamiento (y _a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

5. Comprobación de los elementos estructurales

A lo largo de este capítulo, se usará la notación siguiente:

Resultados E.L.U. (Resumido)

b / t : Relación anchura / espesor

λ : Limitación de esbeltez

N_t : Resistencia a tracción

N_c : Resistencia a compresión

M_y : Resistencia a flexión. Eje Y

M_z : Resistencia a flexión. Eje Z

$M_y M_z$: Resistencia a flexión biaxial

V_y : Resistencia a corte Y

V_z : Resistencia a corte Z

$N_t M_y M_z$: Resistencia a tracción y flexión

$N_c M_y M_z$: Resistencia a compresión y flexión

$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión

$M_t N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

x : Distancia al origen de la barra

h : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Descripción de la geometría de las barras

N_i : Nudo inicial

N_f : Nudo final

β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'

β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'

$L_{bSup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior

$L_{bInf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Resultados de flechas de las barras

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

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

Los elementos como los montantes, la viga perimetral y las diagonales, poseen longitudes altas, en ocasiones superiores a los 6 m, por lo tanto, los efectos gravitatorios de estas barras y flectores han de ser comprobados en especial en el cálculo de las flechas.

5.1. Correas en cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-200x2.5	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.81 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

5.1.1. Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 90.92 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-200x2.5 Material: S235										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	0.902, 62.500, 8.272	0.902, 56.250, 8.272	6.250	8.59	499.73	39.65	0.18	-13.40	0.00	
	<i>Notas:</i> (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral						
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
	b	0.00	1.00	0.00	0.00					
	L _k	0.000	6.250	0.000	0.000					
	C ₁	-		1.000						
	<i>Notación:</i> b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)			Estado
	b / t	M _y	V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	x: 6.25 m h = 90.9	x: 6.25 m h = 17.0	CUMPLE h = 90.9

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h/t : \underline{76.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b/t : \underline{20.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c/t : \underline{6.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c/b : \underline{0.300}$$

Donde:

h: Altura del alma.
 b: Ancho de las alas.
 c: Altura de los rigidizadores.
 t: Espesor.

h : 190.00 mm
 b : 50.00 mm
 c : 15.00 mm
 t : 2.50 mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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

Se debe satisfacer:

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

h : 0.909 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.902, 56.250, 8.272, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$M_{y,Ed}^+$: 10.17 kN·m

Para flexión negativa:

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

$M_{y,Ed}^-$: 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 11.18 kN·m

Donde:

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

W_{el} : 49.97 cm³

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

f_{yb} : 235.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

h : 0.170 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.902, 56.250, 8.272, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

V_{Ed} : 9.84 kN

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

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

$V_{b,Rd}$: 58.01 kN

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 195.30 mm

t: Espesor.

t : 2.50 mm

f: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

f : 90.0 grados

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

$$0.83 < \bar{\lambda}_w < 1.40 \rightarrow f_{bv} = 0.48 \cdot f_{yb} / \bar{\lambda}_w$$

f_{bv} : 124.75 MPa

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.

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

λ_w : 0.90

Donde:

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

f_{yb} : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000.00 MPa

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

g_{M0} : 1.05

5.1.2. Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 95.23 %

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(0^\circ)$ H2 a una distancia 3.125 m del origen en el primer vano de la correa. ($I_y = 500 \text{ cm}^4$) ($I_z = 40 \text{ cm}^4$).

5.2. Pórtico de fachada tipo

Se obtienen los resultados del cálculo de los elementos marcados en naranja, que corresponden a un pilar de esquina, un pilar central, el primer tramo de jácena, un tirante superior y un montante.

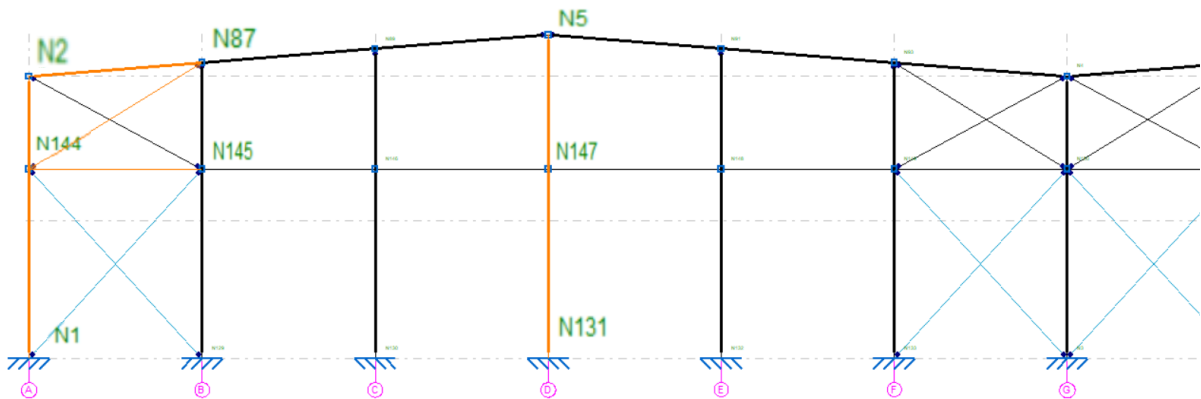


Ilustración 38: Pórtico de fachada tipo

5.2.1. Descripción de la geometría de las barras

Las barras comprobadas se encuentran en el pórtico 1 y sus coeficientes de pandeo se justifican a continuación:

El pilar de esquina se encuentra empotrado en su base y unido rígidamente en su cabeza. En un punto intermedio, está unido al montante correspondiente de la Cruz de San Andrés, tanto de fachada como lateral, lo que genera un punto de inflexión en cuanto al pandeo tanto en el plano lateral como el de fachada. El pilar central, pandeo con una $\beta=0,7$ en el plano perpendicular al pórtico y debido al arriostramiento intermedio generado por el montante en el plano del pórtico, con una $\beta=0,7$ en el tramo inferior y $\beta=1$ en el superior. La jácena en el plano perpendicular al pórtico ve limitado su posibilidad de pandeo por las correas, obteniendo una longitud de pandeo equivalente a

la separación de correas de 1,81 m ($\beta=0,36$ al ser la longitud del tramo de barra 5 m). En el del pórtico, la posición de los pilares de fachada reduce la longitud de cada tramo de jácena a 5 m ($\beta=1$).

El montante de fachada, articulado en sus extremos, puede pandear con $\beta=1$. Por último y válido para cualquier tirante de la nave, al trabajar únicamente a tracción no se requiere su comprobación de pandeo ($\beta=0$). Todo esto explica las β de pandeo recogidas en la siguiente tabla.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N1/N144	N1/N2	IPE 270 (IPE)	-	5.440	0.060	0.70	0.70
		N144/N2	N1/N2	IPE 270 (IPE)	0.060	2.560	0.080	1.00	1.00
		N2/N87	N2/N5	IPE 180 (IPE)	0.136	4.819	0.061	0.36	1.00
		N131/N147	N131/N5	IPE 220 (IPE)	-	5.440	0.060	0.70	1.20
		N147/N5	N131/N5	IPE 220 (IPE)	0.060	3.840	-	1.00	1.69
		N144/N145	N144/N145	SHS 120x3.0 (Cold Formed SHS)	0.135	4.865	-	1.00	1.00
		N144/N87	N144/N87	L 80 x 80 x 8 (L)	0.159	5.527	0.197	0.00	0.00

5.2.2. Resultados de flechas de las barras

Las flechas están limitadas en los pilares, en la jácena y el montante por una flecha relativa inferior a $L/300$. Por otra parte, no se comprueban las flechas del tirante por su disposición vertical.

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)
N1/N2	2.720	4.09	3.060	0.61	2.720	6.45	3.060	0.96
	2.720	L(>1000)	3.060	L(>1000)	2.720	L(>1000)	3.060	L(>1000)
N2/N5	2.650	0.75	12.621	2.04	12.373	1.30	12.621	3.93
	2.650	L(>1000)	12.621	L(>1000)	2.650	L(>1000)	12.621	L(>1000)
N131/N5	6.460	0.19	5.439	11.30	6.460	0.35	5.439	21.90
	6.460	L(>1000)	5.439	L/826.5	6.460	L(>1000)	5.439	L/826.7
N144/N145	3.345	0.45	1.824	0.22	3.649	0.62	1.824	0.31
	3.649	L(>1000)	2.737	L(>1000)	3.649	L(>1000)	2.737	L(>1000)

Notación: L(>1000) se refiere a que la flecha es inferior a la longitud del tramo entre mil.

5.2.3. Resultados E.L.U.

Las esbelteces límite (λ) tanto de pilares, montantes y jácenas están limitadas a 2, mientras que, en los tirantes al trabajar a tracción, la esbeltez ha de ser inferior a 3.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1/N144	$\bar{\lambda} = 1.47 < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.439 m $\eta = 3.4$	x: 0 m $\eta = 25.8$	x: 0 m $\eta = 9.2$	x: 0 m $\eta = 35.8$	x: 0 m $\eta = 3.5$	x: 0 m $\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 71.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 3.6$	x: 0 m $\eta = 2.1$	CUMPLE $\eta = 71.0$
N144/N2	$\bar{\lambda} = 1.03 < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.619 m $\eta = 1.6$	x: 0.06 m $\eta = 5.4$	x: 2.62 m $\eta = 6.2$	x: 0.06 m $\eta = 23.4$	x: 0.06 m $\eta = 2.2$	x: 0.06 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.06 m $\eta = 30.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0.06 m $\eta = 2.3$	x: 0.06 m $\eta = 1.5$	CUMPLE $\eta = 30.7$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N2/N87	$\bar{\lambda} = 1.01$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.136 m $\eta = 6.6$	x: 0.136 m $\eta = 16.3$	x: 0.136 m $\eta = 3.1$	x: 0.136 m $\eta = 5.7$	x: 0.136 m $\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.136 m $\eta = 20.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 0.136 m $\eta = 5.7$	x: 0.136 m $\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 20.8$
N131/N147	$\bar{\lambda} = 1.79$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.44 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 16.0$	x: 0 m $\eta = 63.3$	x: 0 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 66.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 66.6$
N147/N5	$\bar{\lambda} = 1.81$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.9 m $\eta = 1.9$	x: 0.06 m $\eta = 11.6$	x: 0.444 m $\eta = 34.8$	x: 0.06 m $\eta = 0.6$	x: 3.9 m $\eta = 6.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.252 m $\eta = 38.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 3.9 m $\eta = 6.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 38.1$
N144/N145	$\bar{\lambda} = 1.21$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 4.8$	x: 0.135 m $\eta = 3.5$	x: 5 m $\eta = 8.6$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.135 m $\eta = 15.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	CUMPLE $\eta = 15.6$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)									Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	V_z	$M_y V_z$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$		
N144/N87	$\bar{\lambda} = 2.34$ < 3.0 Cumple	x: 5.685 m $\eta = 6.6$	x: 0.159 m $\eta = 8.3$	x: 2.923 m $\eta = 6.8$	x: 0.159 m $\eta = 0.3$	x: 0.504 m $\eta < 0.1$	x: 2.923 m $\eta = 24.6$	x: 0.504 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 24.6$	

5.3. Pórtico interior tipo

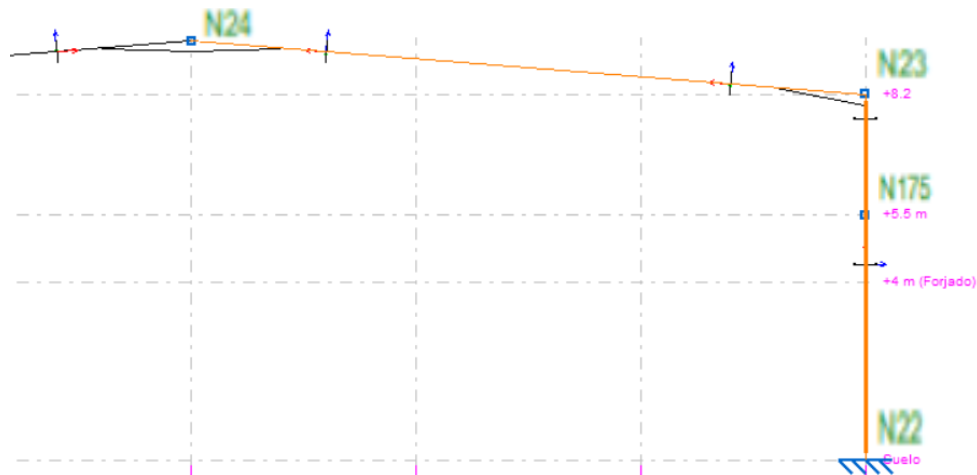


Ilustración 39: Pórtico interior tipo

5.3.1. Descripción de la geometría de las barras

El pórtico interior representado en la imagen y del cual extraemos las barras a comprobar es el número 3. Los coeficientes de pandeo asociados a cada barra se justifican a continuación:

El pilar se encuentra empotrado en su base y unido rígidamente a la jácena. Este extremo es traslacional en el plano del pórtico ($\beta=1,4$) y no traslacional en el plano perpendicular debido a las Cruces de San Andrés ($\beta=0,7$). Por otra parte, las jácenas se consideran a efectos prácticos una sola pieza articulada en los extremos, de esta manera su longitud de pandeo en el plano del pórtico es igual a la luz de la nave de 30 m. La jácena en el plano perpendicular al pórtico ve limitado su posibilidad de pandeo por las correas, obteniendo una longitud de pandeo equivalente a la separación de correas de 1,81 m ($\beta=0,12$ al ser la longitud de la barra 15 m).

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N22/N175	N22/N23	IPE 500 (IPE)	-	5.500	-	0.70	2.10	-	-
		N175/N23	N22/N23	IPE 500 (IPE)	-	1.959	0.741	1.00	4.28	-	-
		N23/N24	N23/N24	IPE 500 (IPE)	0.251	14.797	-	0.12	1.99	-	-

5.3.2. Resultados de las flechas en barras

Se comprueba el desplome de los pilares con un límite de $h/250$ en el plano del pórtico y una flecha relativa con un límite de $L/300$ en el plano perpendicular al pórtico. En las jácenas se limita la flecha relativa a $L/300$.

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)	
N22/N23	2.062	0.17	6.284	6.68	2.062	0.31	6.284	10.18	
	2.062	L(>1000)	6.284	L(>1000)	2.062	L(>1000)	6.284	L(>1000)	
N23/N24	11.357	0.13	9.918	7.32	11.357	0.26	9.918	11.26	
	11.357	L(>1000)	9.918	L(>1000)	11.357	L(>1000)	9.918	L(>1000)	

5.3.3. Resultados E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$		
N22/N175	$\bar{\lambda} = 1.00$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.5 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 0 m $\eta = 44.2$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 9.2$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 48.5$	
N175/N23	$\bar{\lambda} = 0.70$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.958 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 1.959 m $\eta = 61.4$	x: 0 m $\eta = 0.5$	$\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 1.959 m $\eta = 64.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 64.7$	
N23/N24	x: 2.25 m $\bar{\lambda} = 1.64$ < 2.0 Cumple	x: 0.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 13.049 m $\eta = 0.6$	x: 2.25 m $\eta = 10.3$	x: 2.252 m $\eta = 39.5$	x: 13.049 m $\eta < 0.1$	x: 2.252 m $\eta = 8.3$	x: 2.25 m $\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.251 m $\eta < 0.1$	x: 2.252 m $\eta = 42.4$	$\eta < 0.1$	x: 2.25 m $\eta = 0.1$	x: 2.252 m $\eta = 8.3$	x: 2.25 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 42.4$

5.4. Viga contraviento

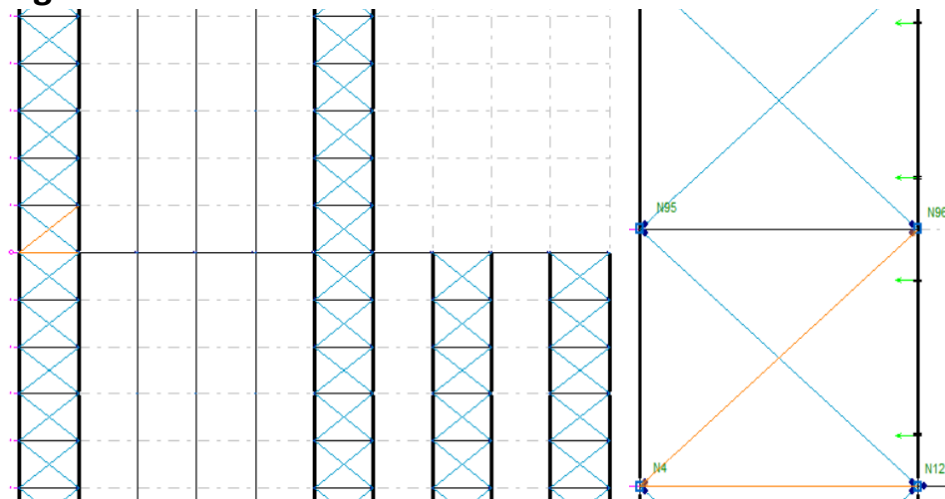


Ilustración 40: Viga contraviento

5.4.1. Descripción de la geometría de las barras

Como se ha expuesto previamente, los montantes poseen una $\beta=1$ y los tirantes una $\beta=0$.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N4/N12	N4/N12	SHS 120x3.0 (Cold Formed SHS)	0.110	6.140	-	1.00	1.00
		N4/N96	N4/N96	L 80 x 80 x 8 (L)	0.097	7.820	0.097	0.00	0.00

5.4.2. Resultado de flechas en barras

En la viga contraviento se ha de comprobar que la flecha relativa sea inferior a $L/300$ en los montantes. Estas flechas se producen por efectos de momentos generados por su propio peso siendo flechas en el eje vertical (XZ).

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	
	N4/N12	4.605	0.01	2.302	2.32	4.605	0.02	2.302	4.01
	4.605	L(>1000)	2.302	L(>1000)	4.605	L(>1000)	2.302	L(>1000)	

5.4.3. Resultados E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N4/N12	$\bar{\lambda}=1.51 < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$\eta = 62.5$	x: 0.11 m $\eta = 17.0$	x: 6.25 m $\eta = 0.1$	x: 6.25 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta < 0.1$	x: 0.11 m $\eta = 85.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 6.25 m $\eta = 0.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 85.0$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)		Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	
N4/N96	$\bar{\lambda} = 2.95 \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 12.6$	CUMPLE $\eta = 12.6$

5.5. Cruz de San Andrés

Las barras comprobadas pertenecen al pórtico lateral de fachada A.

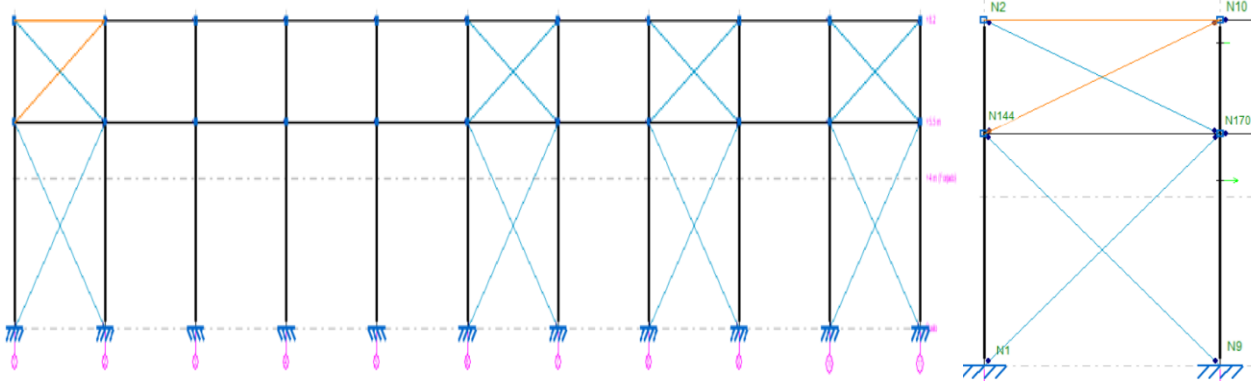


Ilustración 41: Cruz de San Andrés

5.5.1. Descripción de la geometría de las barras

Las diagonales de la C.S.A. como en el resto de los tirantes, no se comprueba pandeo $\beta=0$. Sin embargo, los montantes, si pueden pandear con una $\beta=1$.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			β_{xy}	β_{xz}
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N2/N10	N2/N10	SHS 100x4.0 (Cold Formed SHS)	-	6.250	-	1.00	1.00
		N144/N10	N144/N10	L 90 x 90 x 8 (L)	0.127	6.554	0.127	0.00	0.00

5.5.2. Resultado de las flechas en barras

La comprobación de las flechas del tirante no procede por su disposición vertical. Por otra parte, sí se comprueba el montante.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N2/N10	1.953	0.26	3.125	1.11	1.563	0.42	3.125	1.13
	1.563	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)	1.563	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)

5.5.3. Resultados E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N2/N10	$\bar{\lambda} = 1.85 < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 56.8$	x: 6.25 m $\eta = 4.6$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 6.25 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 6.25 m $\eta = 62.8$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.4$	x: 6.25 m $\eta = 0.5$	$\eta = 0.1$	CUMPLE $\eta = 62.8$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)		Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	
N144/N10	$\bar{\lambda} = 2.23 \leq 3.0$ Cumple	$\eta = 9.4$	CUMPLE $\eta = 9.4$

5.6. Viga Perimetral

La viga perimetral marcada en la imagen pertenece al pórtico lateral A.

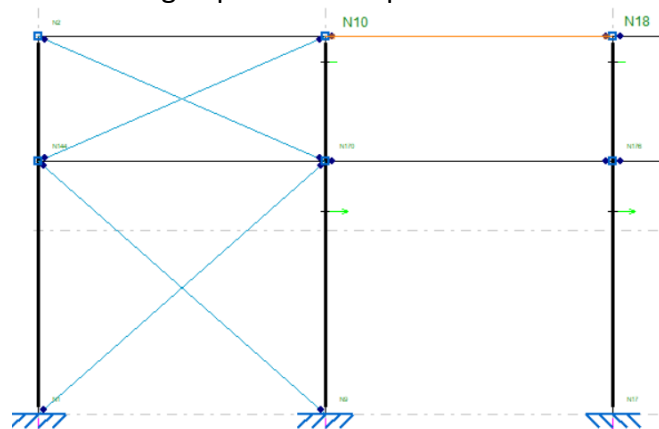


Ilustración 42: Viga Perimetral

5.6.1. Descripción de la geometría de la barra

La viga perimetral trabaja exclusivamente a tracción al igual que los tirantes $\beta=0$.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N10/N18	N10/N18	IPE 160 (IPE)	6.250	0.00	0.00	-	-

5.6.1. Resultado de las flechas en barras

La Viga Perimetral trabaja únicamente a tracción, sin embargo, también se comprueban los efectos gravitatorios de su propio peso. Debido al momento generado por su peso propio, que actúa en el eje vertical XZ, se dispone un límite de flecha relativa de L/300.

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)	
N10/N18	3.125	0.00	3.125	1.70	3.906	0.00	3.125	1.70	
	-	L(>1000)	3.125	L(>1000)	-	L(>1000)	3.125	L(>1000)	

5.6.2. Resultados E.L.U.

La viga perimetral es un elemento secundario estructural que trabaja a tracción, lo que dificulta su pandeo, permitiéndonos la norma una esbeltez límite de 4.

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)									Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	V_z	$M_y V_z$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	
N10/N18	$\bar{\lambda} = 3.91$ < 4.0 Cumple	x: 0.391 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 6.3$	$\eta = 3.5$	x: 3.125 m $\eta = 3.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	x: 3.125 m $\eta = 9.4$	x: 0.391 m $\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 9.4$

5.7. Atillo

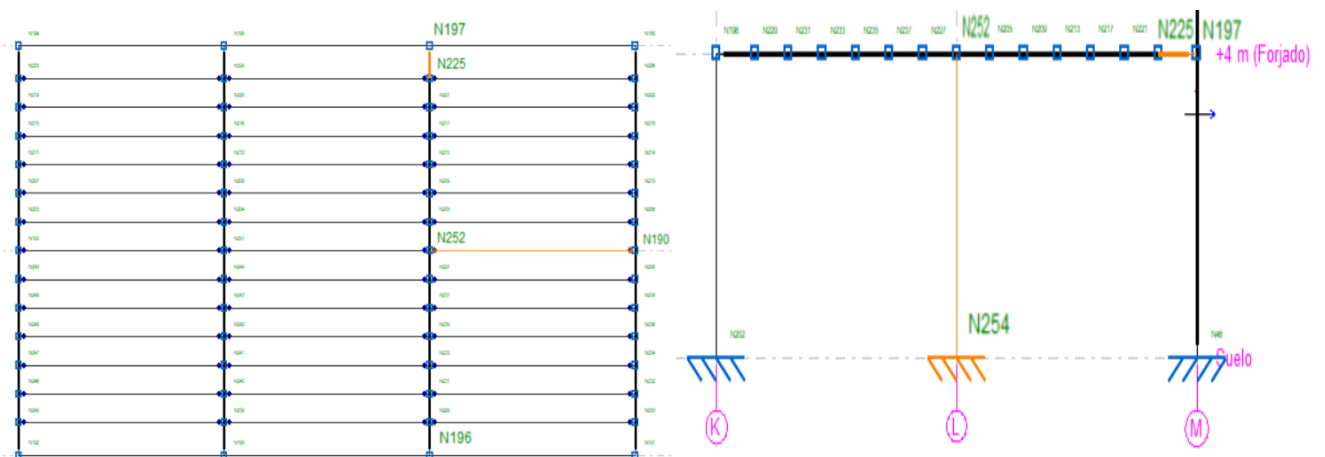


Ilustración 43: Atillo

5.7.1. Descripción de la geometría de las barras

Las vigas cuentan con una longitud de pandeo de 5 m en el plano perpendicular al forjado al estar articuladas en sus extremos, por otra parte, las viguetas limitan su pandeo en el plano del mismo forjado $\beta=0$. Las viguetas están embebidas en el forjado lo que les impide pandear ($\beta=0$). Por último, CYPE3D ha calculado las betas de pandeo de los pilares del forjado siendo sus nudos superiores traslacionales e inferiores empotrados.

Descripción								
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)		β_{xy}	β_{xz}
Tipo	Designación				Deformable	Indeformable extremo		
Acero laminado	S275	N254/N252	N254/N252	IPE 300 (IPE)	3.850	0.150	1.01	1.02
		N225/N197	N196/N197	IPE 300 (IPE)	0.550	0.250	0.00	6.25
		N252/N190	N252/N190	IPE 180 (IPE)	6.250	-	0.00	0.00

5.7.2. Resultados de flechas en las barras

Las vigas están limitadas por una flecha relativa máxima de $L/400$ y el pilar del altillo se ve limitado por un desplome de $h/250$ en ambos planos. No han de comprobarse las flechas de las viguetas.

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)	
N254/N252	3.850	6.16	3.850	2.85	3.850	11.04	3.850	4.66	
	3.850	L/624.5	3.850	L(>1000)	3.850	L/624.6	3.850	L(>1000)	
N252/N197	1.425	0.36	2.300	2.35	1.425	0.59	2.650	2.80	
	1.425	L(>1000)	2.300	L(>1000)	1.425	L(>1000)	2.300	L(>1000)	

5.7.3. Resultados E.L.U.

Las esbelteces (λ) del pilar y de las vigas han de ser inferiores a 2.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N254/N252	$\bar{\lambda} = 1.39 < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 58.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 29.5$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 11.8$	$\eta = 6.3$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 79.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	$\eta = 6.2$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 79.3$
N225/N197	$\bar{\lambda} = 0.49 < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.2$	$\eta = 2.0$	$x: 0.55 \text{ m}$ $\eta = 73.6$	$x: 0.55 \text{ m}$ $\eta = 4.0$	$x: 0.55 \text{ m}$ $\eta = 34.0$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0.55 \text{ m}$ $\eta = 75.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.8$	$x: 0.55 \text{ m}$ $\eta = 34.0$	$\eta = 0.2$	CUMPLE $\eta = 75.1$
N252/N190	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.391 \text{ m}$ $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.9$	$\eta = 0.7$	$x: 3.125 \text{ m}$ $\eta = 73.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 12.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0.391 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 3.125 \text{ m}$ $\eta = 74.4$	$x: 0.391 \text{ m}$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 74.4$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

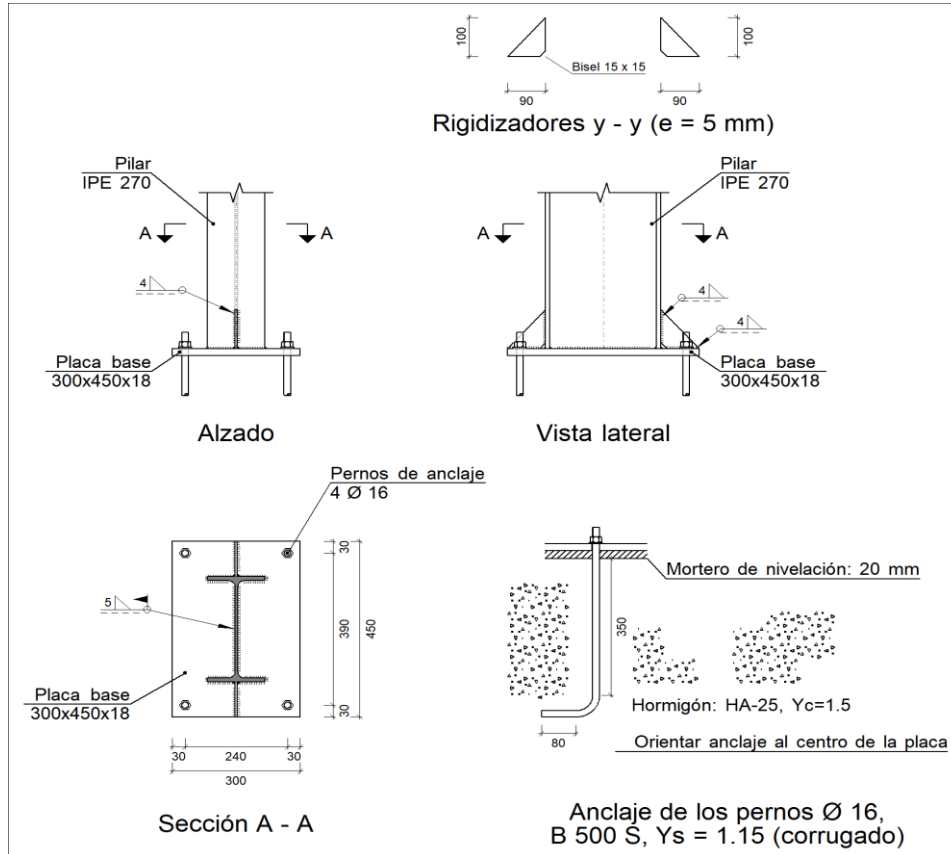
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

5.8. Placas de anclaje

5.8.1. Comprobación placa de anclaje 1

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	450	18	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		90	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	906	6.6	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 43.89 kN Máximo: 43.56 kN Calculado: 12.14 kN Máximo: 62.23 kN Calculado: 61.23 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 45.83 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 255.349 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 150.86 kN Calculado: 12.26 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 56.8713 MPa Calculado: 145.745 MPa Calculado: 203.178 MPa	Cumple Cumple Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 184.564 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2304.5	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1003.97	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4627.77	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5094.89	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.106		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	90	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	90	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

d) Medición

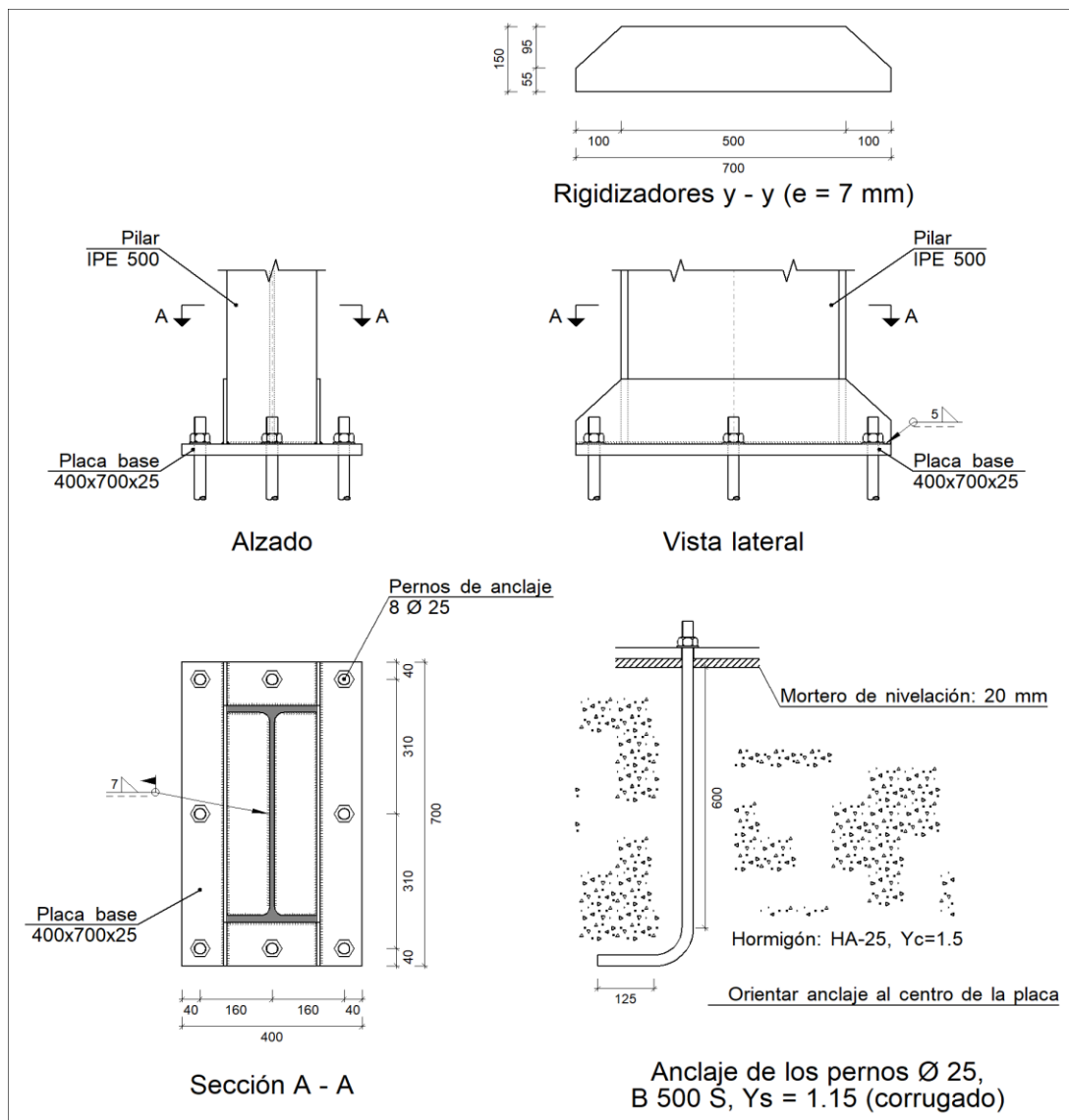
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	470
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	906

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

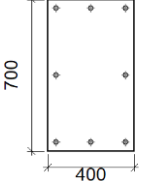
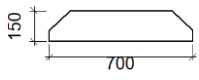
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x450x18	19.08
	Rigidizadores no pasantes	2	90/0x100/0x5	0.35
	Total			19.43
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 404 + 155	3.53
	Total			3.53

5.8.2. Comprobación placa de anclaje 2

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Esquema	Geometría			Taladros		Tipo	Acero	
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		400	700	25	8	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 500

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1548	10.2	90.00

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

2) Placa de anclaje

Referencia:	Valores	Estado
Comprobación		
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 160 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 53 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 141.09 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 116.68 kN Calculado: 11.62 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 166.68 kN Calculado: 157.69 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 141.09 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 290.935 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 11.62 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 73.3106 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 73.2566 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 189.211 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 222.346 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3601.75	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 4035.81	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6926.14	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5898.58	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 220.123 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.247		
- Punto de tensión local máxima: (1.38778e-017, -0.275)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	700	7.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 104): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	700	7.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

d) Medición

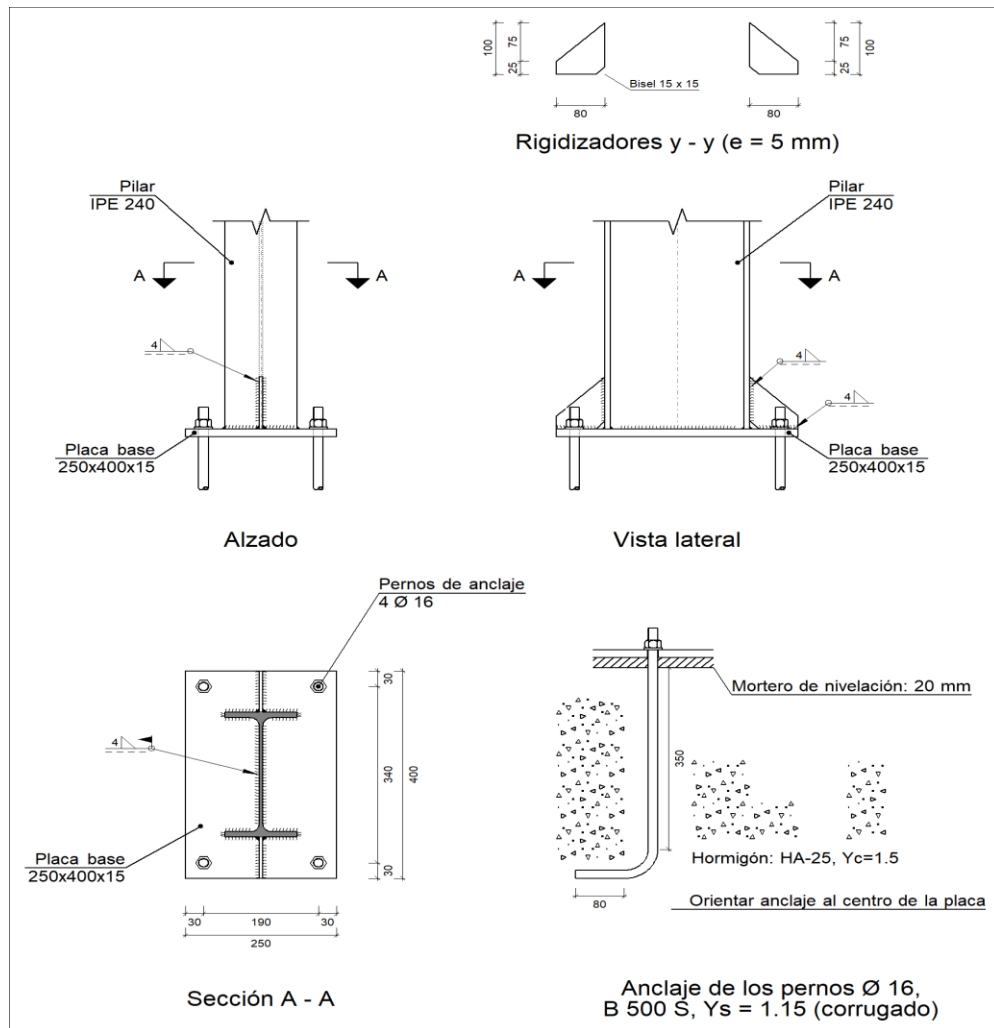
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2736
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1548

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	8	T25
Arandelas	8	A25

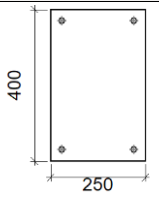
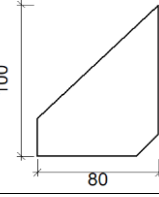
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x700x25	54.95
	Rigidizadores pasantes	2	700/500x150/55x7	10.50
			Total	65.45
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 25 - L = 670 + 243	28.14
			Total	28.14

5.8.3. Comprobación placa de anclaje 3

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		250	400	15	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		80	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 240

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	788	6.2	90.00	

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

2) Placa de anclaje

Referencia:			
Comprobación	Valores	Estado	
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 190 mm	Cumple	
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 62 mm	Cumple	
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple	
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.4	Cumple	
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 35 cm	Cumple	
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 41.65 kN	Cumple	

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Cortante:	Máximo: 43.56 kN Calculado: 12.48 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 59.48 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 42.86 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 245.329 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 125.71 kN Calculado: 12.68 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 146.266 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 96.4204 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 166.617 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 145.029 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1178.25	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1654.31	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6404.41	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7490.18	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.109		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	80	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	80	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

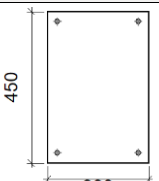
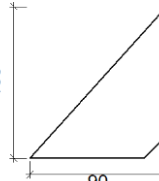
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	430
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	788

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	250x400x15	11.78
	Rigidizadores no pasantes	2	80/0x100/25x5	0.39
	Total			12.17
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 16 - L = 401 + 155$	3.51
	Total			3.51

b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	450	18	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		90	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 270

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	906	6.6	90.00	

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 80 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 43.89 kN Máximo: 43.56 kN Calculado: 12.14 kN Máximo: 62.23 kN Calculado: 61.23 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 45.83 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 255.349 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 150.86 kN Calculado: 12.26 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 56.8713 MPa Calculado: 145.745 MPa Calculado: 203.178 MPa Calculado: 184.564 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2304.5 Calculado: 1003.97 Calculado: 4627.77 Calculado: 5094.89	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: 0 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.106		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	90	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	90	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 0): Soldadura a la pieza	En ángulo	4	85	5.0	90.00

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

d) Medición

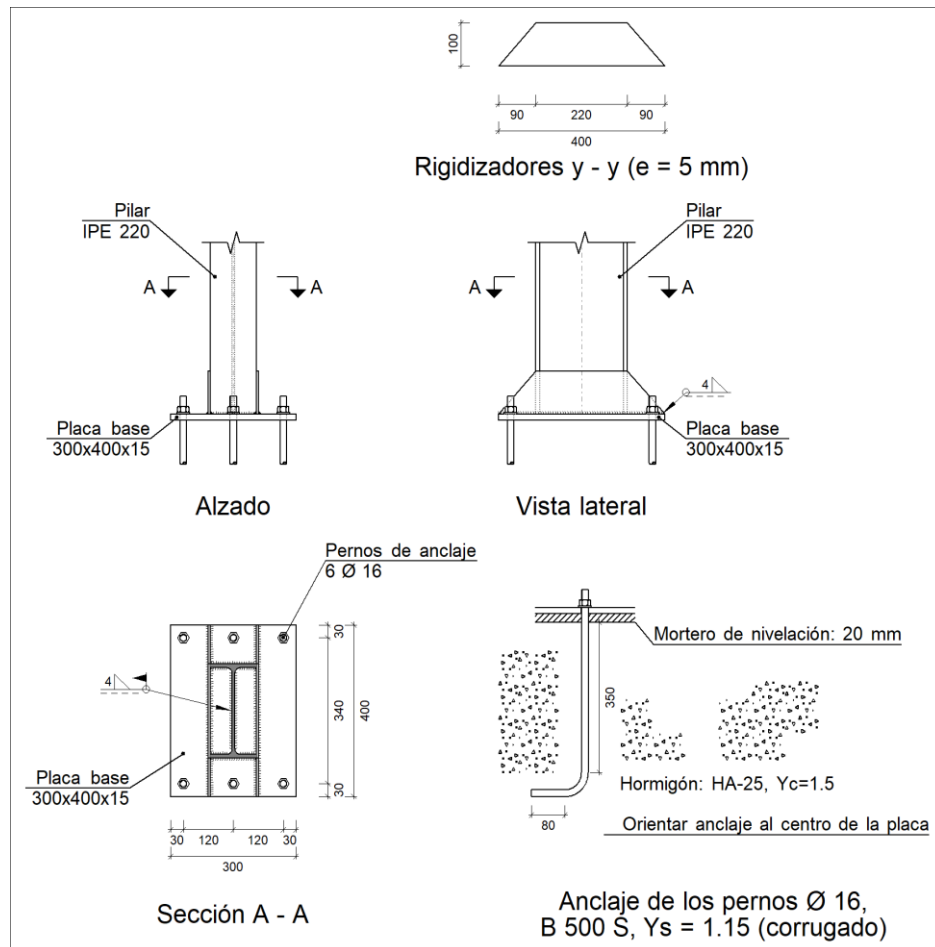
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	470
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	906

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

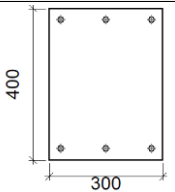
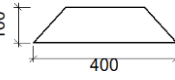
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x450x18	19.08
	Rigidizadores no pasantes	2	90/0x100/0x5	0.35
	Total			19.43
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 16 - L = 404 + 155$	3.53
	Total			3.53

5.8.4. Comprobación placa de anclaje 4

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	400	15	6	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		400	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 220

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	4	735	5.9	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 121 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 55 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 51 kN Máximo: 43.56 kN Calculado: 5.19 kN Máximo: 62.23 kN Calculado: 58.41 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 51.1 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 258.509 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 125.71 kN Calculado: 5.19 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 190.778 MPa Calculado: 178.577 MPa Calculado: 252.879 MPa Calculado: 229.201 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha:	Mínimo: 250 Calculado: 411.254	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Izquierda:	Calculado: 439.597	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3460.74	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3809.35	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 178.931 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.157		
- Punto de tensión local máxima: (0, 0.164)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -57): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 57): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	400	5.0	90.00

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

d) Medición

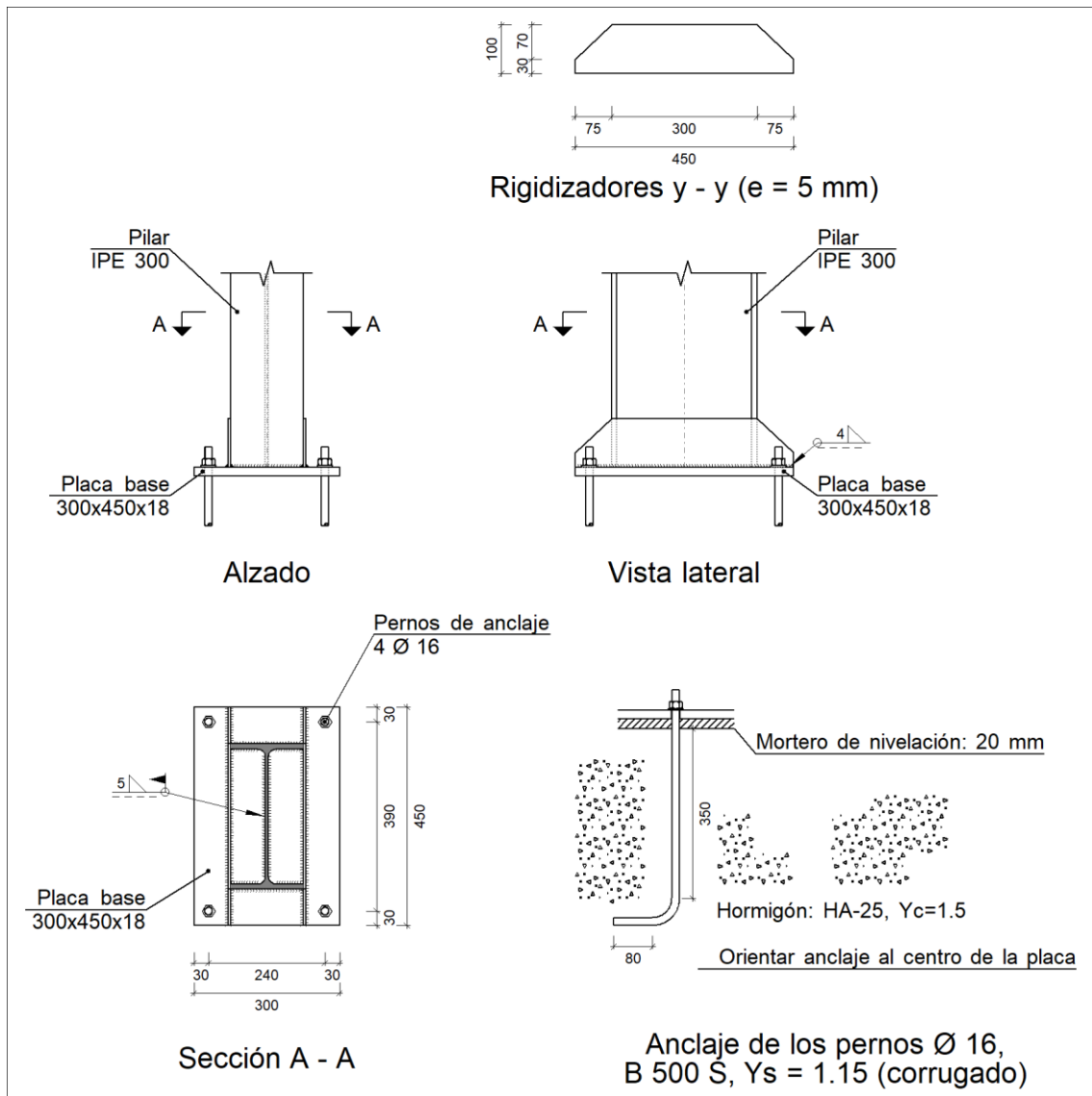
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1563
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	735

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	6	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-16

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x400x15	14.13
	Rigidizadores pasantes	2	400/220x100/0x5	2.43
	Total			16.56
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 16 - L = 401 + 155$	5.27
	Total			5.27

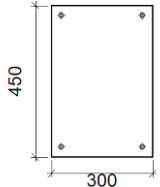
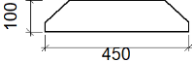
5.8.5. Comprobación placa de anclaje 5

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	450	18	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		450	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 300

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1023	7.1	90.00

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

2) Placa de anclaje

Referencia:	Valores	Estado
Comprobación		
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 41 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 49.14 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 43.56 kN Calculado: 6.45 kN	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 62.23 kN Calculado: 58.36 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 49.14 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 250.951 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 150.86 kN Calculado: 6.45 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 136.371 MPa Calculado: 135.185 MPa Calculado: 116.896 MPa Calculado: 147.359 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1227.33 Calculado: 1267.91 Calculado: 9934.83 Calculado: 10169.5	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: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.158		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -78): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	450	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 78): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	450	5.0	90.00
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>					

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1757
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	1023

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	4	ISO 4032-M16
Arandelas	Dureza 200 HV	4	ISO 7089-16

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x450x18	19.08
	Rigidizadores pasantes	2	450/300x100/30x5	3.12
	Total			22.20
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 16 - L = 404 + 155	3.53
	Total			3.53

5.9. Cimentación

Se ilustra, a modo de ejemplo, la comprobación de las zapatas con la comprobación de la zapata cuadrada denotada en la memoria como zapata 1.

5.9.1. Comprobación zapata 1

Referencia: N6		
Dimensiones: 250 x 250 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0376704 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.031392 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0422811 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> - En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 16.4 % Reserva seguridad: 237.0 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 34.79 kN·m Momento: 33.44 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 25.60 kN Cortante: 23.15 kN	Cumple Cumple

Referencia: N6 Dimensiones: 250 x 250 x 75 Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 141.3 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N6:	Mínimo: 35 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009 Calculado: 0.0009	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm Calculado: 29 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		

Referencia: N6		
Dimensiones: 250 x 250 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 45 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.09		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.08		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 817.66 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 817.66 kN		

DOCUMENTO III

PRESUPUESTO

Tabla 5: Presupuesto de Ejecución del Material (PEM)

Nº orden	DESIGNACIÓN DE LA CLASE DE OBRA	CANTIDADES EN PROYECTO		
		Medición	Precio	Importe
CAPÍTULO 1 ACTUACIONES PREVIAS				
SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras				
1.1.1 ADLL005 m²	<p>m² Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce.</p> <p>Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.</p>	6.440,00	1,02	6.568,80
1.1.2 ADE010 m³	<p>m³ Excavación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.</p>	289,53	22,37	6.476,79
1.1.3 GTB020 m³	<p>m³ Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente entregado según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte.</p>	289,53	2,15	622,49
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 Movimiento de tierras		13.668,08		
SUBCAPÍTULO 1.2 Nivelación del terreno				

<p>1.2.1 ANS010 m²</p>	<p>m² Solera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.</p>	<p>3.000,00</p>	<p>23,01</p>	<p>69.030,00</p>
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 Nivelación del terreno				69.030,00
TOTAL CAPÍTULO 1		ACTUACIONES PREVIAS		82.698,08
CAPÍTULO 2 CIMENTACIÓN				
<p>2.1 CHH005 m³</p>	<p>m³ Hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón.</p> <p>Coronación y enrase del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	<p>38,55</p>	<p>76,41</p>	<p>2.945,61</p>
<p>2.2 CSZ010 m³</p>	<p>m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón m³ HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m³.</p> <p>Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas.</p> <p>Colocación de separadores y fijación de las armaduras.</p> <p>Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos.</p> <p>Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p>	<p>214,84</p>	<p>157,79</p>	<p>33.899,60</p>
<p>2.3 CAC010</p>	<p>m³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y m³ Acero UNE-EN 10080 B 500S, con una cuantía aproximada de 60 kg/m³.</p> <p>Incluso alambre de atar, y separadores.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados.</p> <p>Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del</p>	<p>36,14</p>	<p>199,34</p>	<p>7.204,15</p>

m3	<p>hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p>			
TOTAL CAPÍTULO 2		CIMENTACIÓN	44.049,36	
CAPÍTULO 3 ESTRUCTURA				
SUBCAPÍTULO 3.1 Placas de anclaje				
3.1.1 EAS005 Ud.	<p>Ud. Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x300 mm y espesor 20 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B</p> <p>500 S de 16 mm de diámetro y 50 cm de longitud total.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p>	2,00	63,76	127,52
3.1.2 EAS005b Ud.	<p>Ud. Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 700x400 mm y espesor 25 mm, con 8 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B</p> <p>500 S de 25 mm de diámetro y 80 cm de longitud total.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p>	23,00	190,93	4.391,39
3.1.3 EAS005c Ud.	<p>Ud. Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 250x400 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B</p> <p>500 S de 16 mm de diámetro y 50 cm de longitud total.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de</p>	3,00	44,75	134,25

	bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje			
3.1.4 EAS005d Ud.	Ud. Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 400x300 mm y espesor 15 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 50 cm de longitud total. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.	21,00	72,12	1.514,52
3.1.5 EAS005e Ud.	Ud. Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 450x300 mm y espesor 20 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 50 cm de longitud total. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.	6,00	83,29	499,74
TOTAL SUBCAPÍTULO 3.1 Placas de anclaje				6.667,42
SUBCAPÍTULO 3.2 Acero				
3.2.1 EAM040 Kg	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.	71.915,26	1,85	133.043,23
3.2.2 EAM040b Kg	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Cold Formed SHS, colocado con uniones soldadas en obra.	4.640,00	1,85	8.584,00
3.2.3 EAM040c Kg	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.	10.255,12	1,85	18.971,97
3.2.4 EAT30 Kg	kg Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra. Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas. Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.	18.027,88	2,53	45.610,54
TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2 Acero				206.209,74

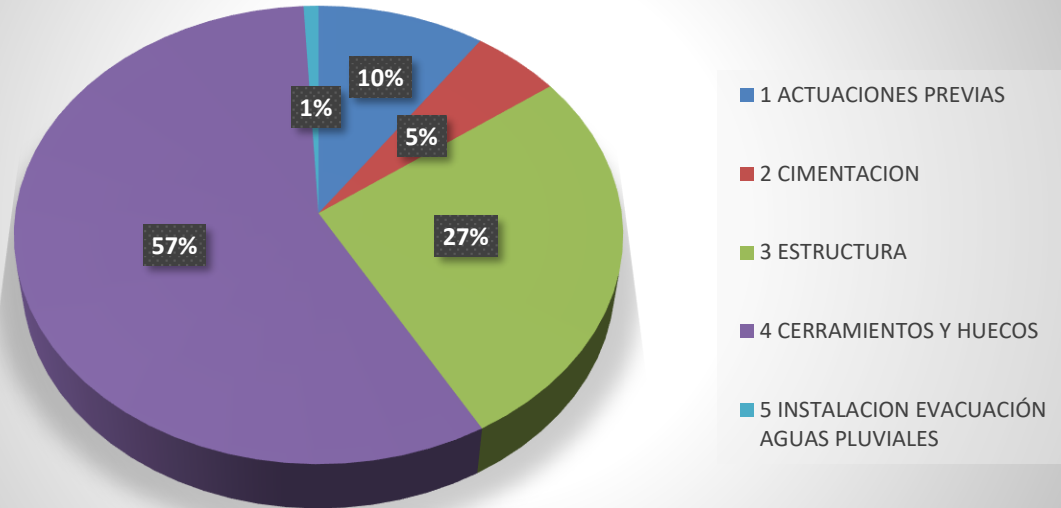
SUBCAPÍTULO 3.3 Forjado altillo				
3.3 EAF10 m²	<p>m² Forjado de 25 = 20+5 cm de canto, compuesto de: viguetas de acero laminado en caliente UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles simples, IPE 180; bovedilla cerámica, 60x25x20 cm; capa de compresión de hormigón armado de 5 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen de hormigón 0,08 m³/m², acero UNE-EN 10080 B 500 S en zona de refuerzo de negativos, cuantía 1,8 kg/m³, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, como armadura de reparto; montaje y desmontaje del sistema de encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo del sistema de encofrado. Montaje del sistema de encofrado. Replanteo de la geometría de la planta. Presentación de las viguetas. Ejecución de las uniones soldadas. Colocación de bovedillas. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la capa de compresión. Curado del hormigón. Desmontaje del sistema de encofrado.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, desde las caras exteriores de los zunchos del perímetro, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m².</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial, el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.</p>	187,50	76,75	14.390,63
TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2 Acero				14.390,63
TOTAL CAPÍTULO 3		ESTRUCTURA	227.267,79	
CAPÍTULO 4 CERRAMIENTOS Y HUECOS				
4.1 QUM020 m²	<p>m² Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m³, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.</p>	3.009,59	48,60	146.266,07
4.2 FLA030 m²	<p>m² Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa nervada de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 145 kg/m³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de</p>	2.071,00	76,13	157.665,23

	<p>fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.</p>			
<p>4.3 QLL010 m²</p>	<p>m² Formación de lucernario a un agua en cubiertas, con estructura autoportante de perfiles de aluminio lacado para una dimensión de luz máxima entre 3 y 8 m, revestido con placas de polimetacrilato de metilo incoloras de 6 mm de espesor. Incluso tornillería, elementos de remate y piezas de anclaje para formación del elemento portante, cortes de plancha, fijación sobre estructura con acuñado en galces, sellado en frío con cordón continuo de silicona incolora y colocación de junquillos. Totalmente terminado en condiciones de estanqueidad.</p> <p>Incluye: Montaje del elemento portante. Montaje de la estructura de perfiles de aluminio. Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto</p>	343,20	295,96	101.573,47
<p>4.4 LIM010 Ud.</p>	<p>Ud. Puerta seccional industrial, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable. Incluso limpieza previa del soporte, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	5,00	4.424,52	22.122,60
<p>4.5 LIM010b Ud.</p>	<p>Ud. Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA), juntas entre paneles y perimetrales de estanqueidad, guías laterales de acero galvanizado, herrajes de colgar, equipo de motorización, muelles de torsión, cables de suspensión, cuadro de maniobra con pulsador de control de apertura y cierre de la puerta y pulsador de parada de emergencia, sistema antipinzamiento para evitar el atrapamiento de las manos, en ambas caras y sistemas de seguridad en caso de rotura de muelle y de rotura de cable. Incluso limpieza previa del</p>	6,00	3.889,31	23.335,86

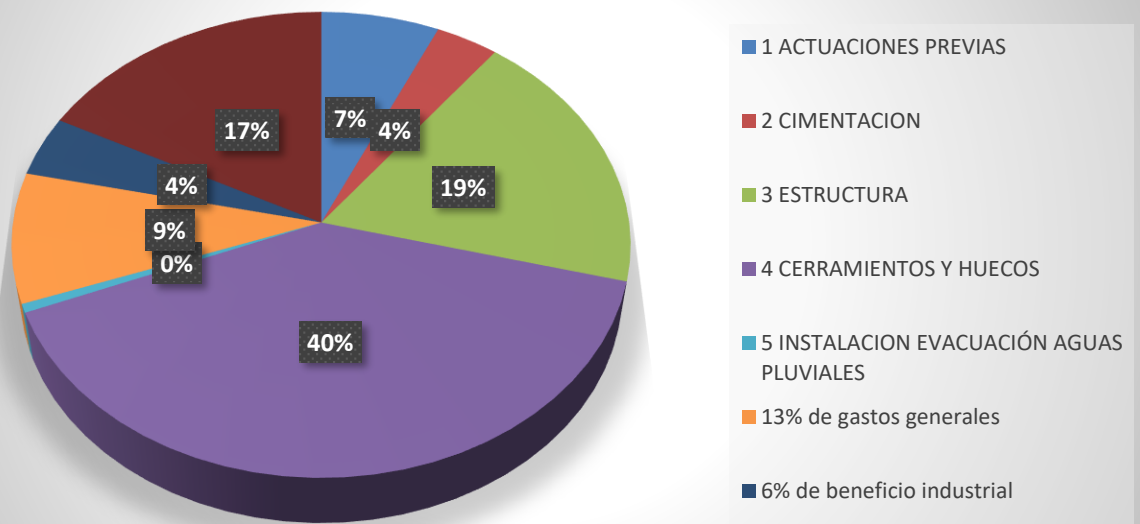
	<p>sopORTE, material de conexionado eléctrico y ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexionado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
4.6 LVC020 m ²	<p>m² Doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", 6/6/4 LOW.S, conjunto formado por vidrio exterior Templa.lite Solar.lite Azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 6 mm, y vidrio interior de baja emisividad térmica LOW.S de 4 mm de espesor 16 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA", compatible con el material soporte. Incluye: Colocación, calzado, montaje y ajuste en la carpintería. Sellado final de estanqueidad. Señalización de las hojas. Criterio de medición de proyecto: Superficie de carpintería a acristalar, según documentación gráfica de Proyecto, incluyendo en cada hoja vidriera las dimensiones del bastidor. Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sumando, para cada una de las piezas, la superficie resultante de redondear por exceso cada una de sus aristas a múltiplos de 30 mm.</p>	229,95	152,79	35.134,06
TOTAL CAPÍTULO 4 CERRAMIENTOS Y HUECOS		486.097,29		
CAPÍTULO 5 INSTALACIÓN EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES				
5.1 ISB011 m	<p>m Bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 250 mm de diámetro y 4,9 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Incluye: Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación en seco de los tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	106,6	31,12	3.317,39
5.2 ISC010 m	<p>m Canalón trapecial de PVC con óxido de titanio, de 169x106 mm, color blanco, para recogida de aguas, formado por piezas preformadas, fijadas con gafas especiales de sujeción al alero, con una pendiente mínima del 0,5%. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales. Incluye: Replanteo del recorrido del canalón y de la situación de los elementos de sujeción. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>	162,50	24,64	4.004,00
TOTAL CAPÍTULO 5 INSTALACIÓN EVACUACIÓN AGUAS PLUVIALES		7.321,39		
TOTAL SUMA CAPÍTULOS 1 ,2 , 3, 4 Y 5 (PEM) NAVE INDUSTRIAL		847.433,91		
13% de gastos generales		110.166,41		

6% de beneficio industrial	50.846,03
21% IVA	211.773,73
TOTAL SUMA PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	NAVE INDUSTRIAL
	1.220.220,08

Presupuesto de Ejecución del Material (PEM)

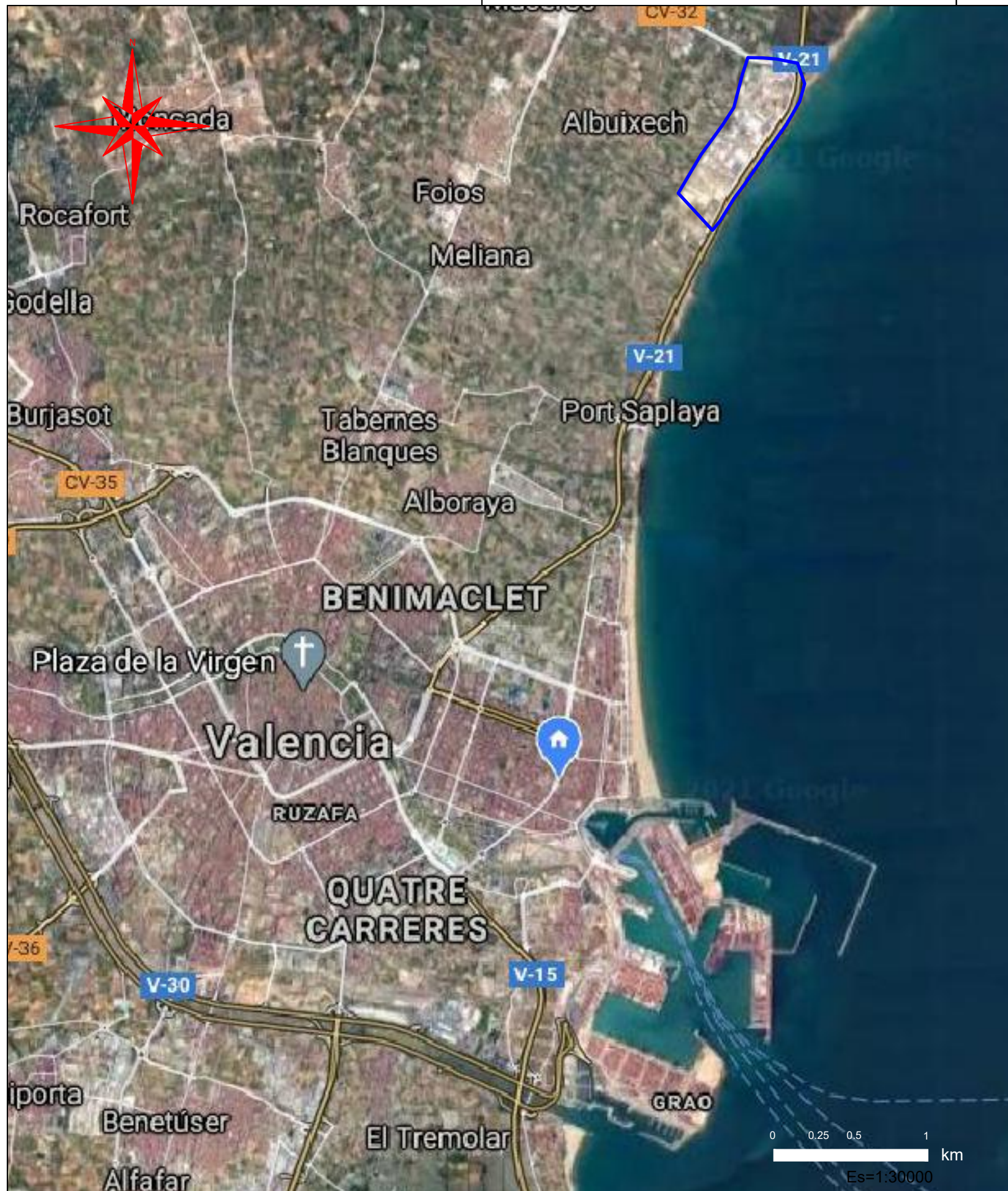


Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)



DOCUMENTO IV

PLANOS



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 3000 m² DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL SITUADO EN ALBUIXECH

Plano: Emplazamiento de la parcela I

Autor: Carlos Torres Muñoz

Fecha: Mayo 2021

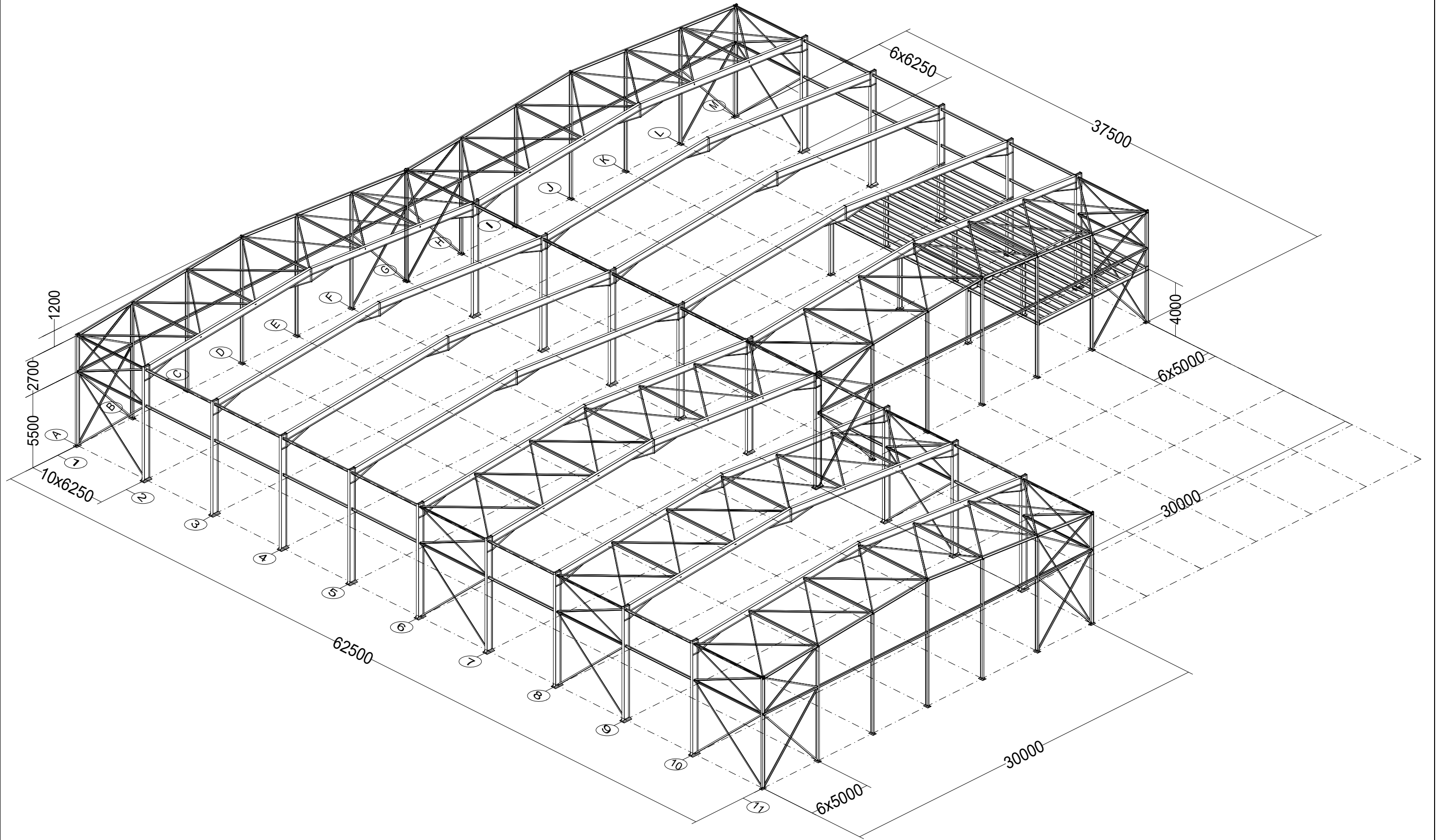
Escala: S/E

Nº Plano:

01

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₆₀	Y ₁₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

3D



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 3000 m² DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL SITUADO EN ALBUIXECH

Plano: Vista 3D

Autor: Carlos Torres Muñoz

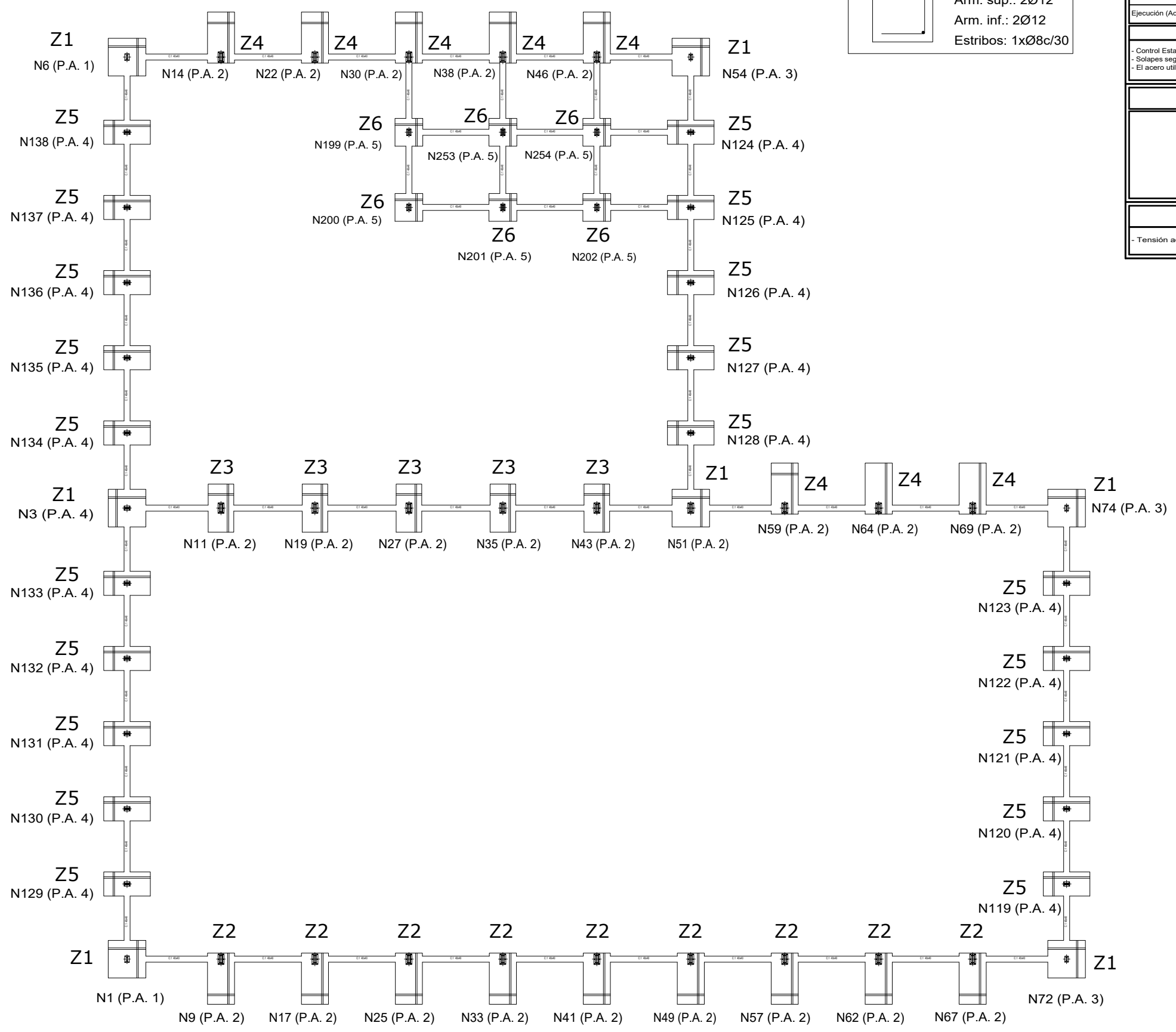
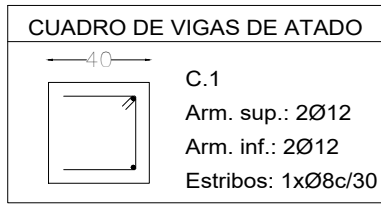
Fecha: Mayo 2021

Escala: 1:300

Nº Plano:

03

Cimentación



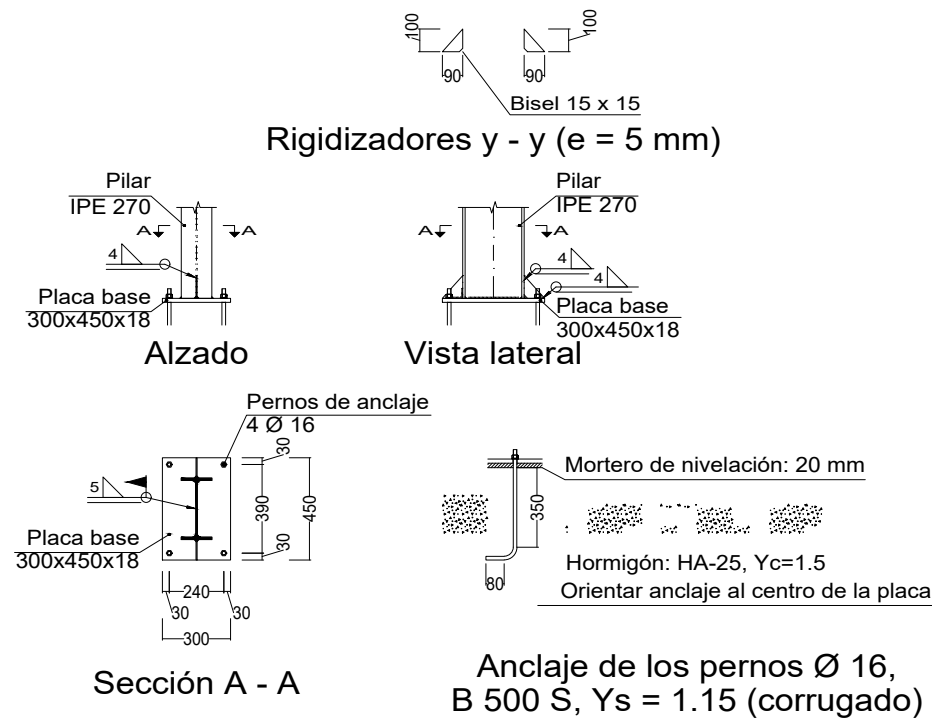
Características de los materiales - Zapatas de cimentación											
Materiales	Hormigón								Acero		
	Control				Características				Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Recubrimiento nominal sobre el terreno	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	γ = 1.50	HA-25/20/10	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	I/IIa	50 mm	80 mm	Normal	γ = 1.15	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	γ = 1.35					Adaptado a la Instrucción EHE-08				
Notas											
- Control Estadístico en EHE, equivale a control normal											
- Solapes según EHE											
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE											
Recubrimientos nominales											
<p>1a.- Recubrimiento inferior contacto terreno ≥ 8 cm. 1b.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</p>											
Datos geotécnicos											
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.2 MPa (2.0 Kg/cm2)											

Cuadro de arranques			
Nº de placa de anclaje	Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
Placa Anclaje 1	N1, N6	4 Pernos Ø 16	Placa base (300x450x18)
Placa Anclaje 2	N14, N22, N30, N38, N46, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N62, N67, N51, N43, N35, N27, N19, N11, N59, N64, N69 y N9	8 Pernos Ø 25	Placa base (400x700x25)
Placa Anclaje 3	N72, N74 y N54	4 Pernos Ø 16	Placa base (250x400x15)
Placa Anclaje 4	N119, N120, N121, N122, N123, N3, N133, N132, N131, N130, N129, N134, N135, N136, N137, N138, N124, N125, N126, N127 y N128	6 Pernos Ø 16	Placa base (300x400x15)
Placa Anclaje 5	N199, N253, N254, N202, N201 y N200	4 Pernos Ø 16	Placa base (300x450x18)

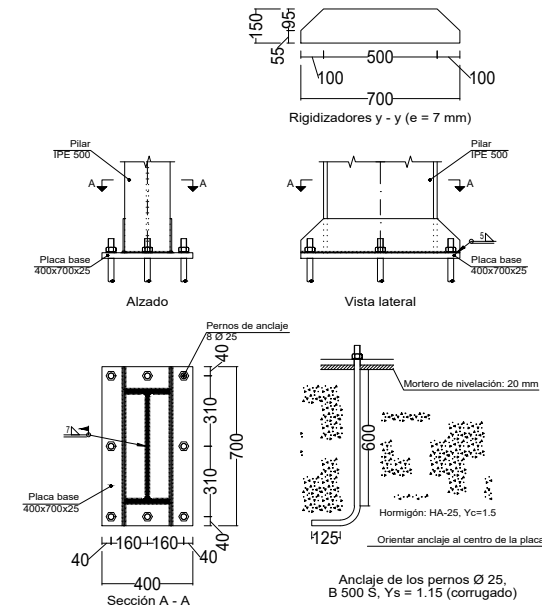
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN							
Tipo de zapata	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Z1	N1, N3, N6, N51, N54, N72 y N74	250x250	75	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29	8Ø16c/29
Z2	N9, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N62 y N67	180x340	80	12Ø16c/27	7Ø16c/24	12Ø16c/27	6Ø16c/27
Z3	N11, N19, N27, N35 y N43	170x320	70	18Ø12c/17	9Ø12c/17	18Ø12c/17	9Ø12c/17
Z4	N14, N22, N30, N38, N46, N59, N64 y N69	180x340	80	12Ø16c/27	6Ø16c/27	12Ø16c/27	6Ø16c/27
Z5	N119, N120, N121, N122, N123, N124, N125, N126, N127, N128, N129, N130, N131, N132, N133, N134, N135, N136, N137 y N138	160x310	70	18Ø12c/17	9Ø12c/17	18Ø12c/17	9Ø12c/17
Z6	N199, N200, N201, N202, N253 y N254	185x185	50	7Ø12c/25	7Ø12c/25	7Ø12c/25	7Ø12c/25

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Ys0	Ys1
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

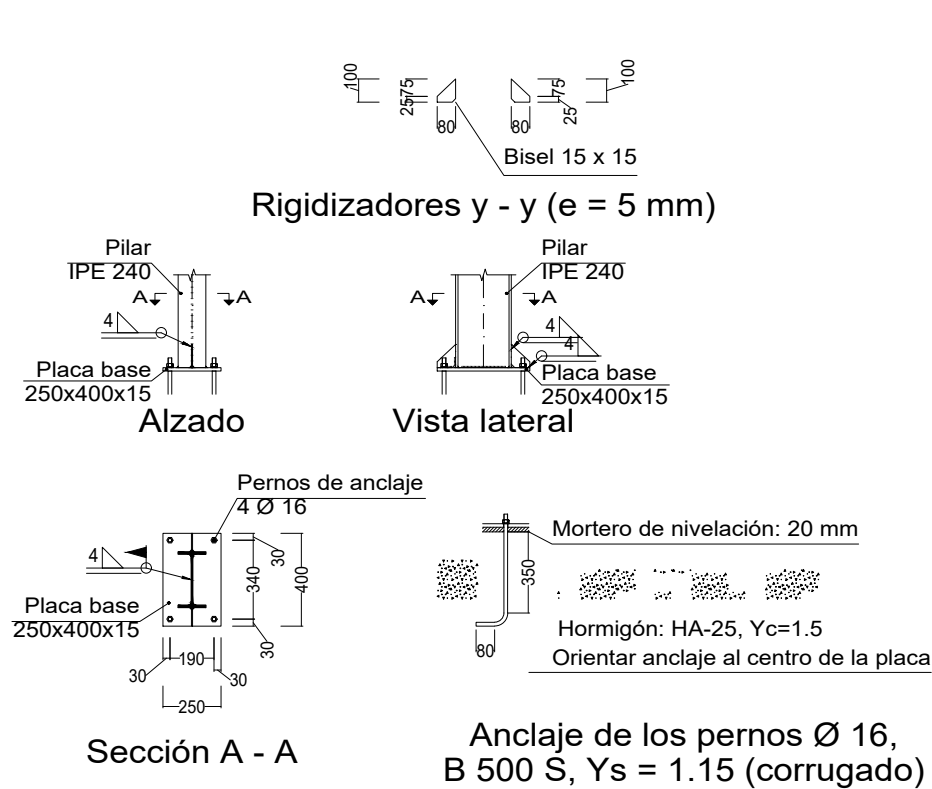
Placa de anclaje 1



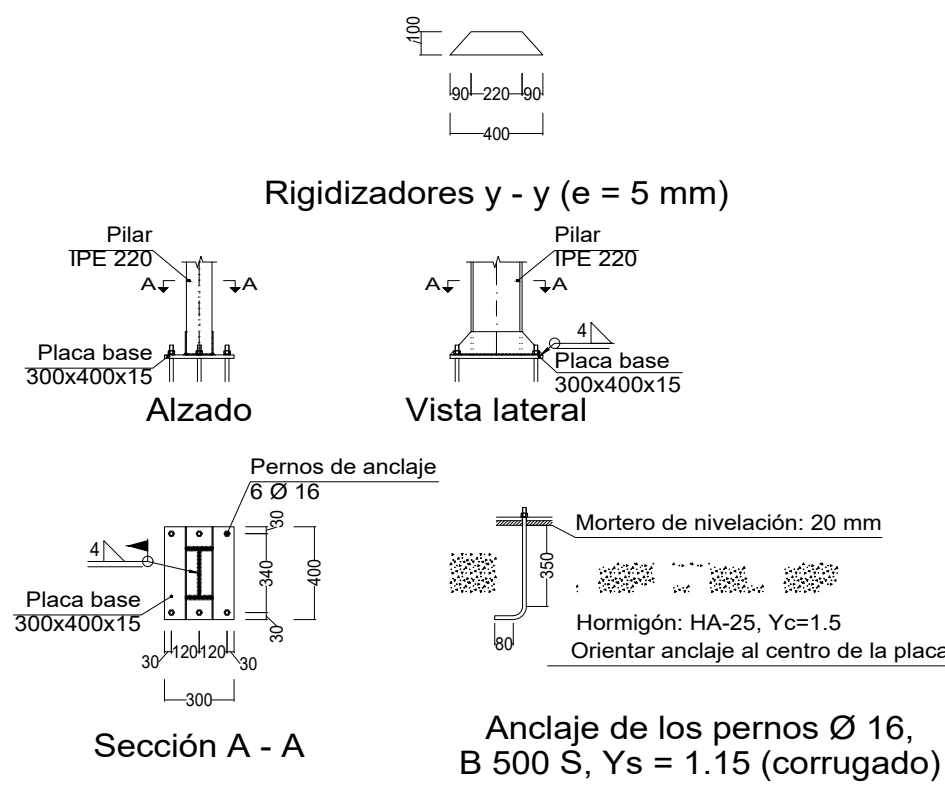
Placa de anclaje 2



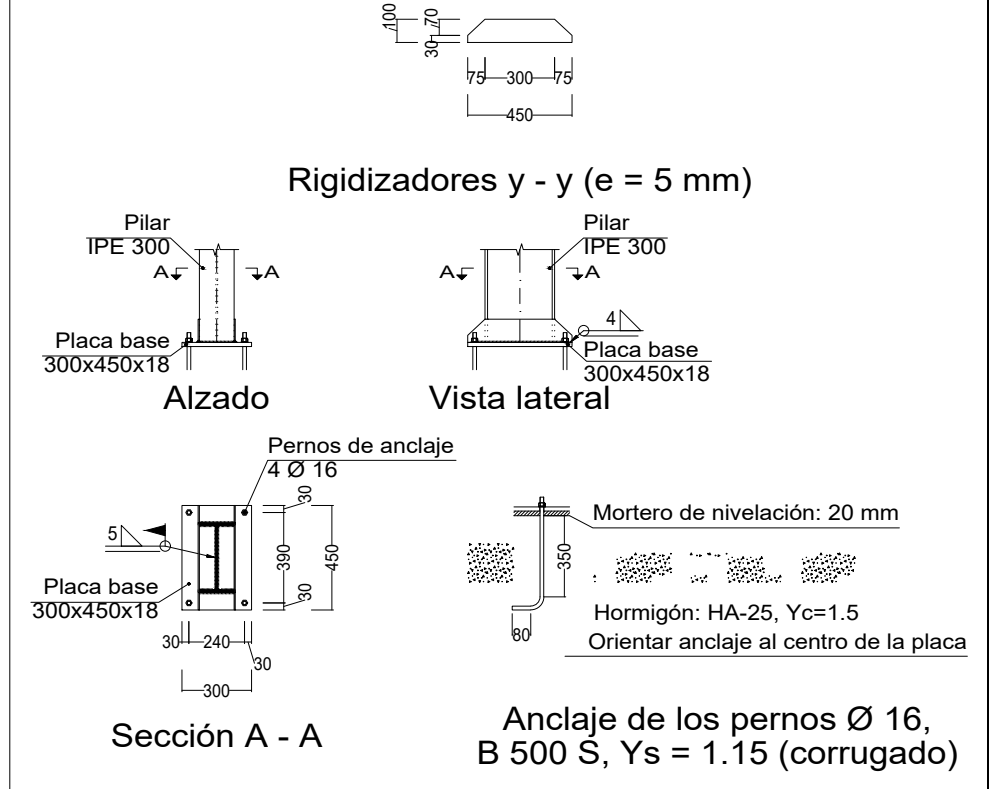
Placa de anclaje 3



Placa de anclaje 4

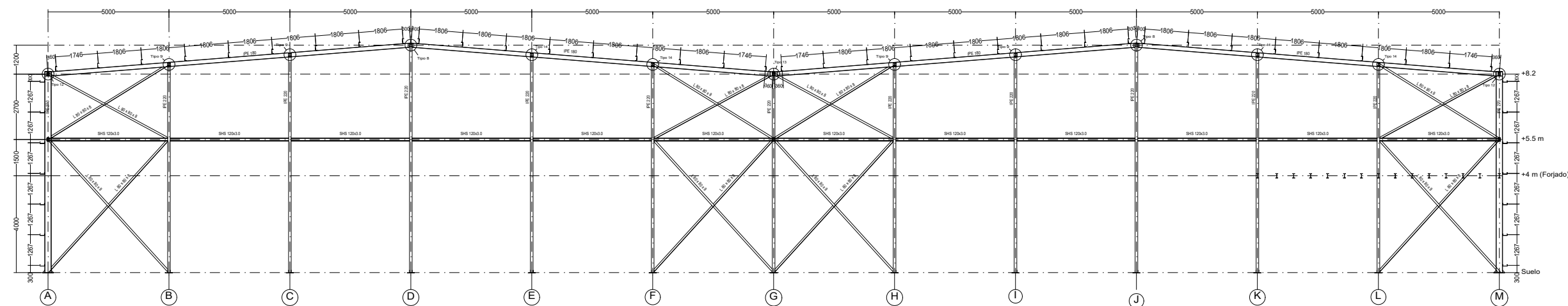
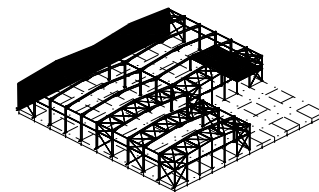


Placa de anclaje 5

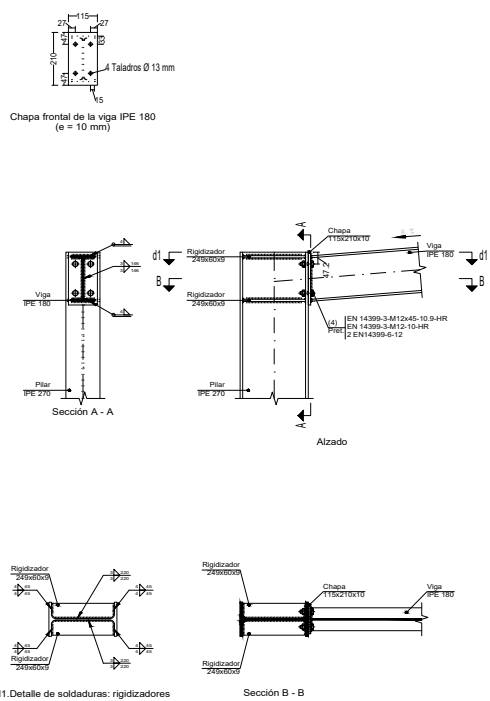


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

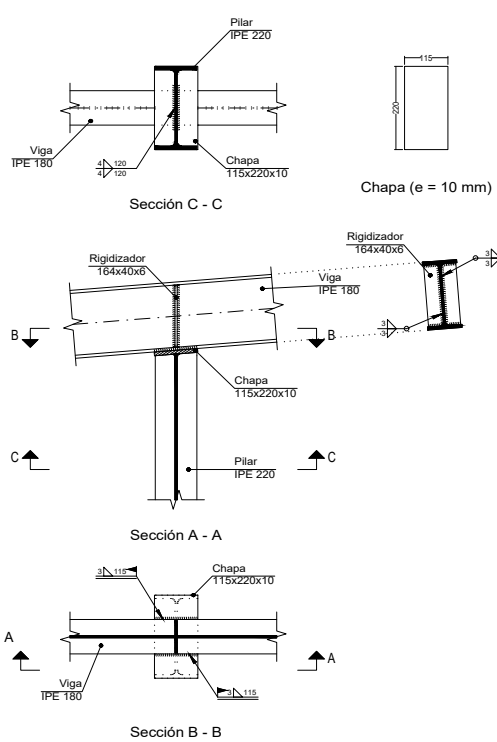
Pórtico 1



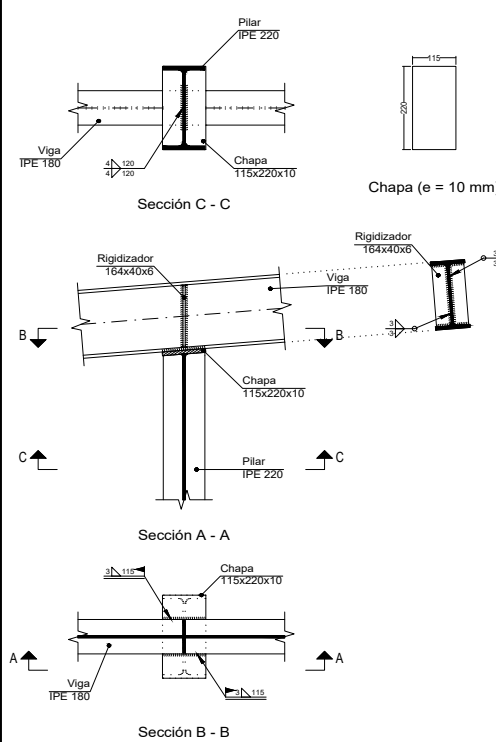
Tipo 12



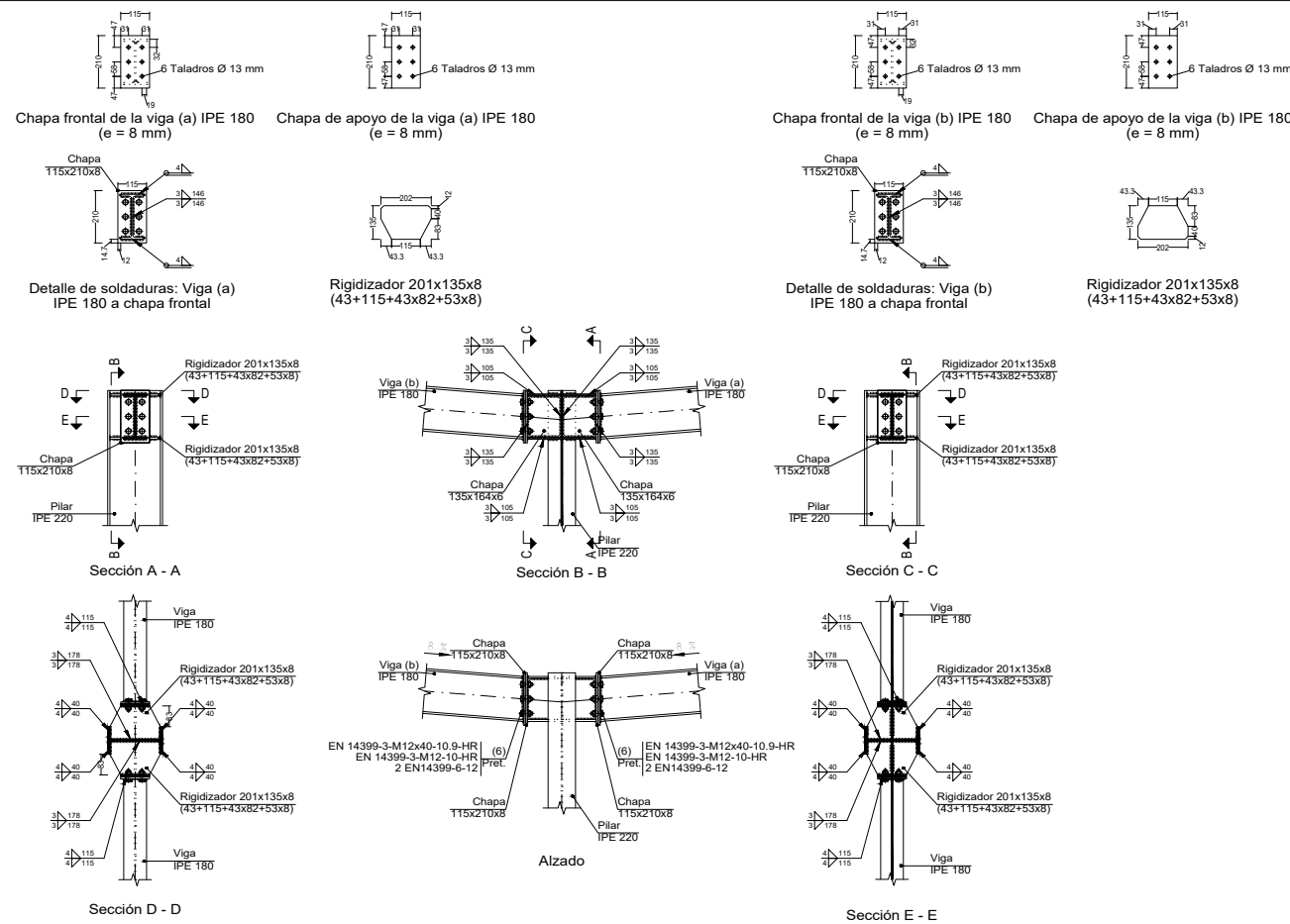
Tipo 9



Tipo 14

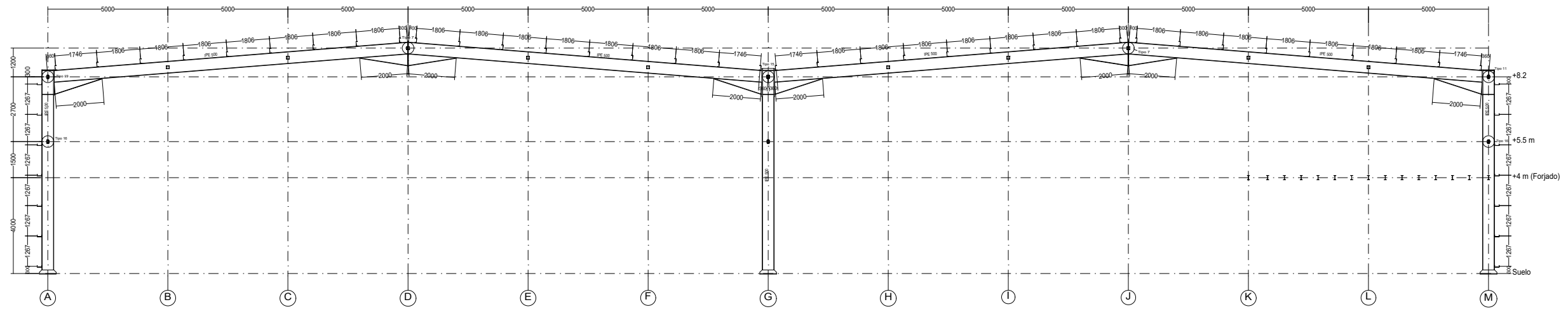
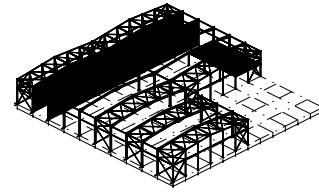


Tipo 13

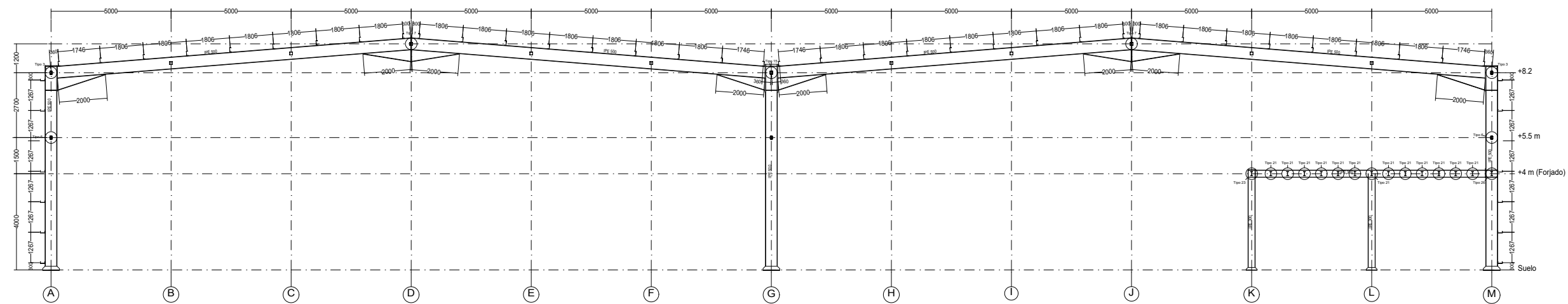
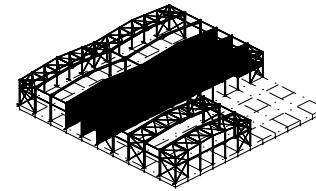


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₈₀	Y ₈₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

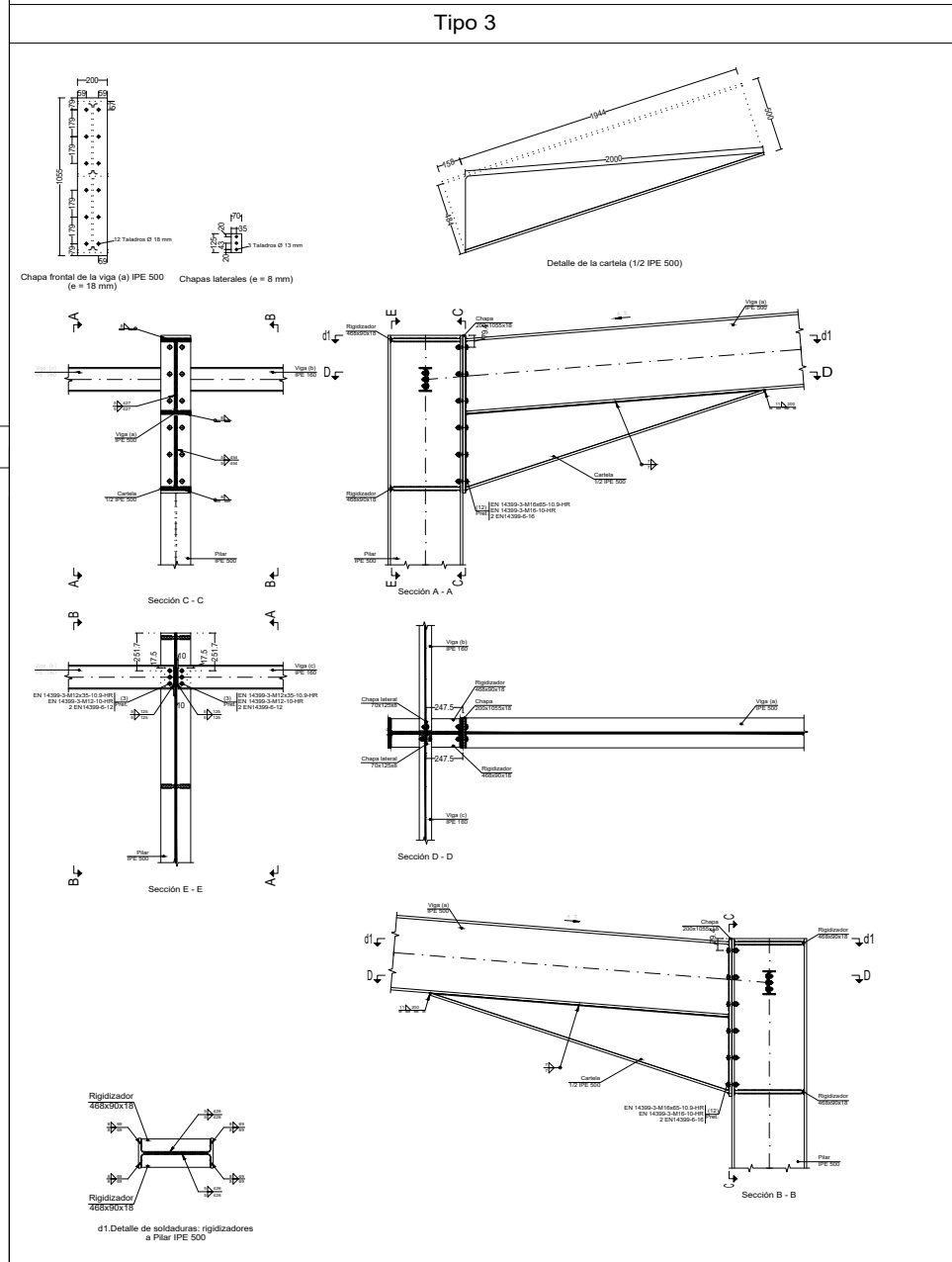
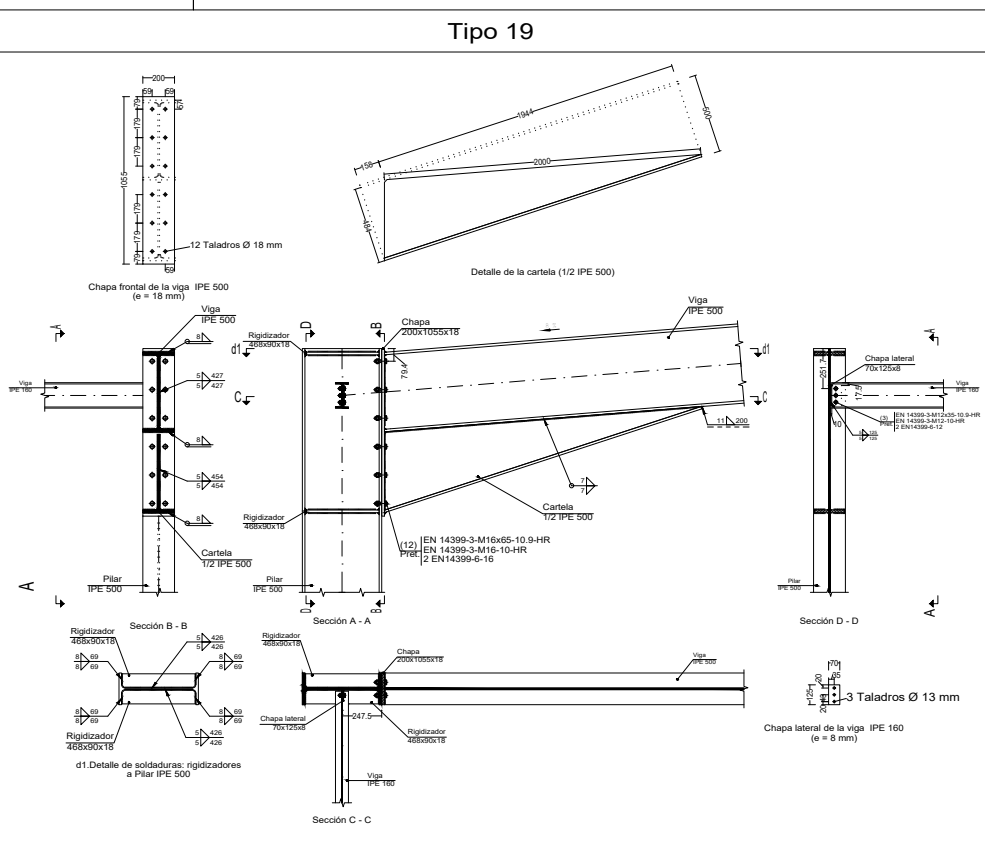
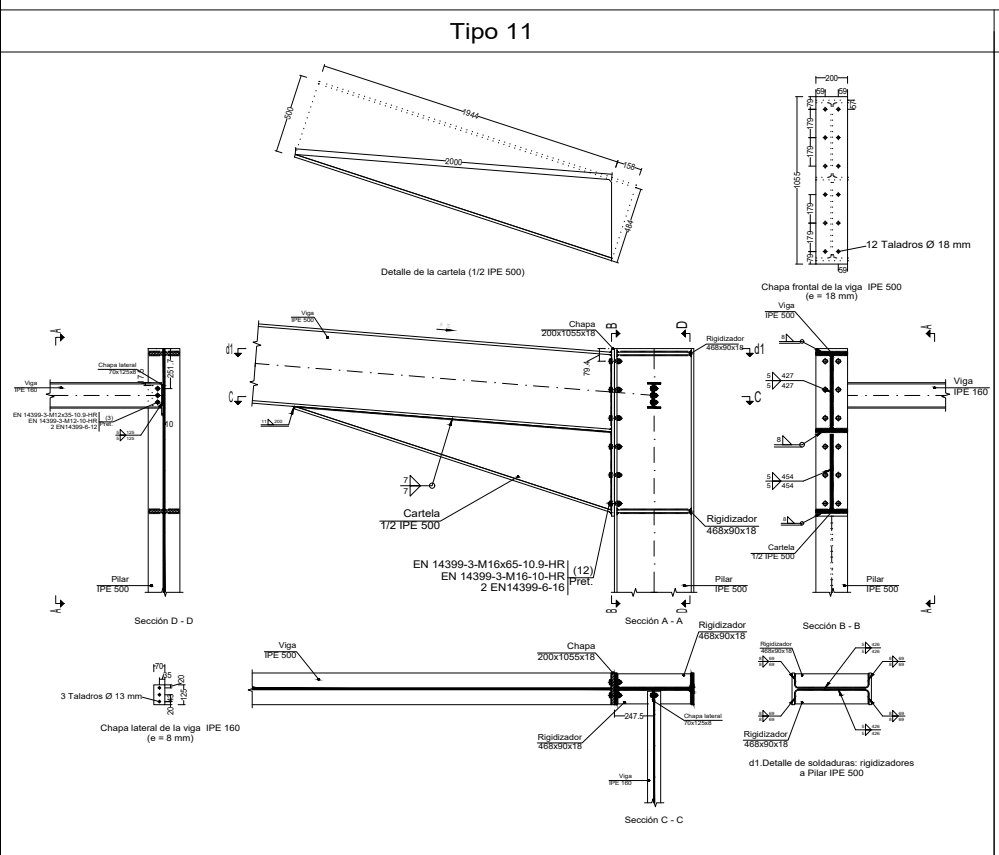
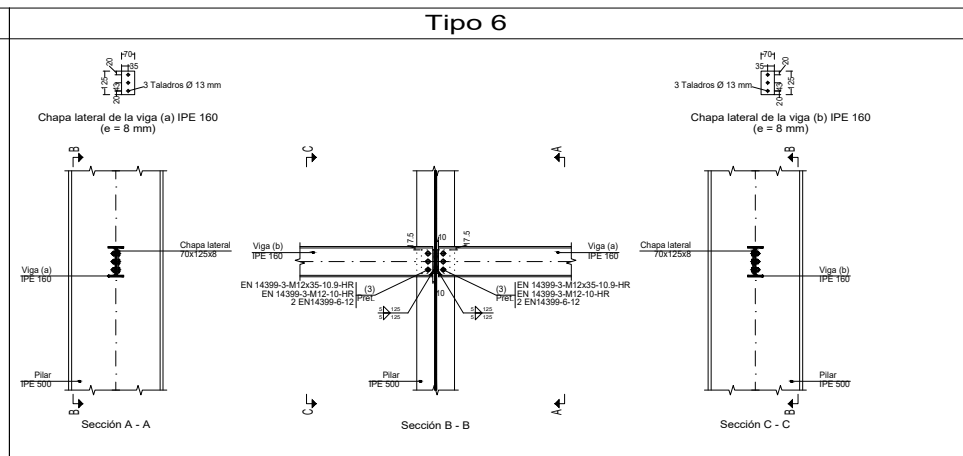
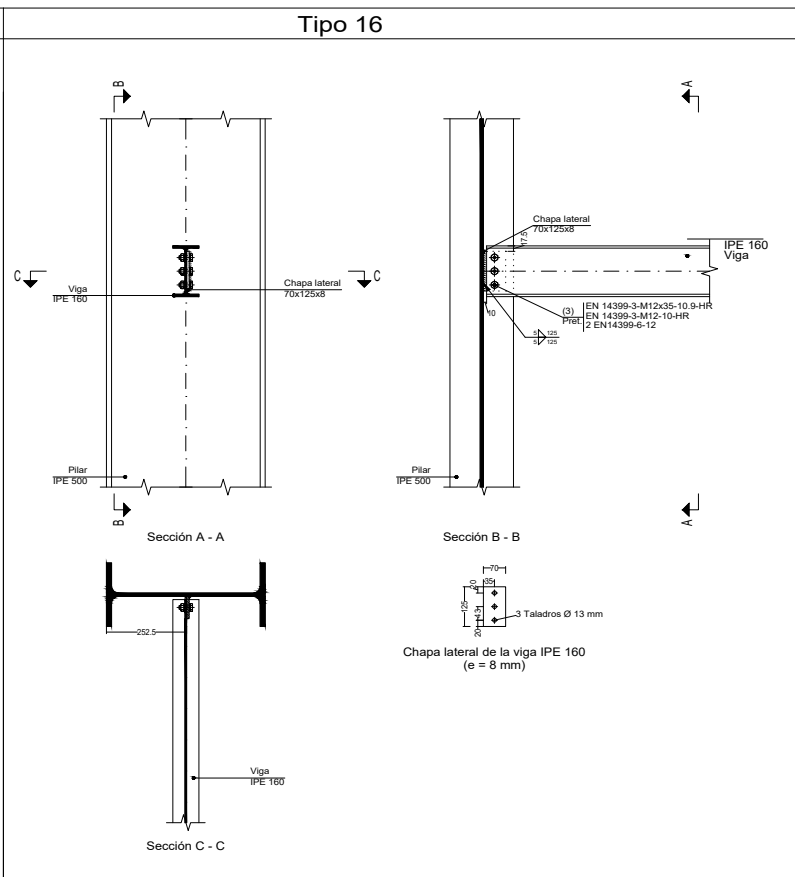
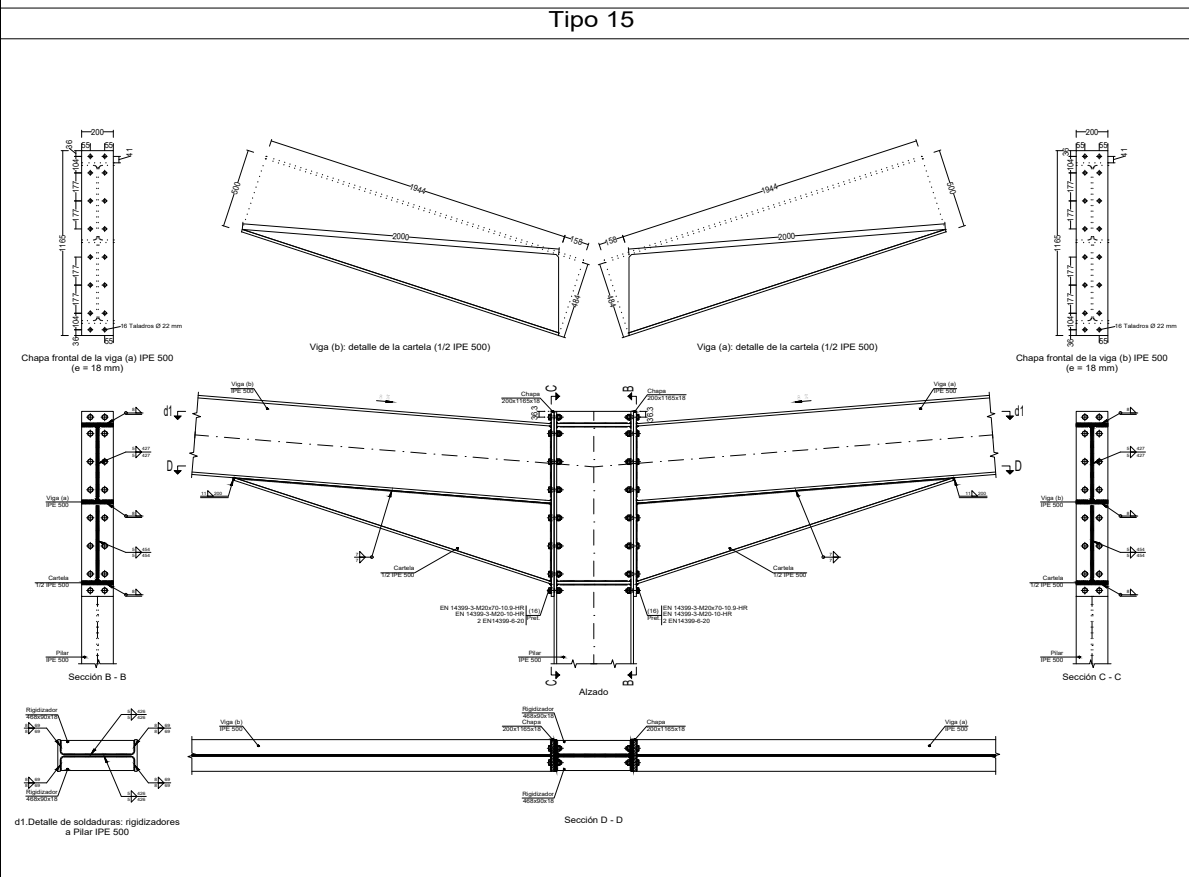
Pórticos 2 y 3



Pórticos 4 a 6

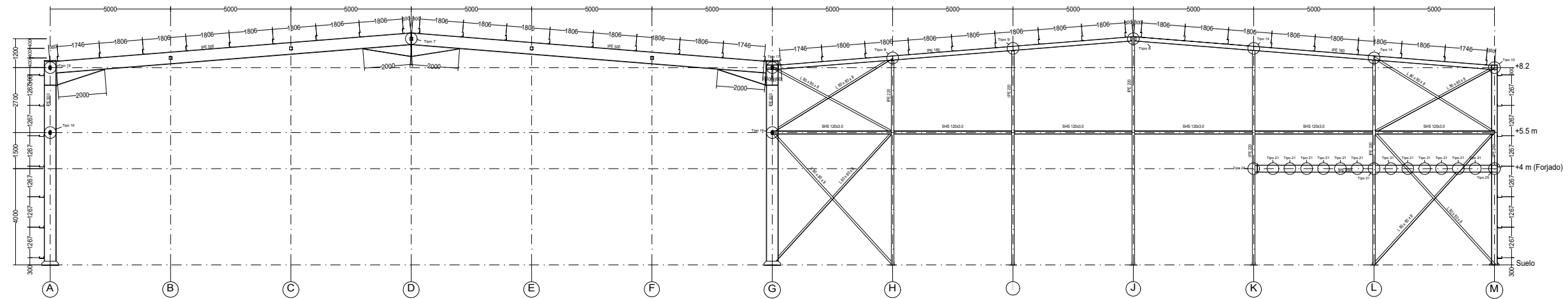
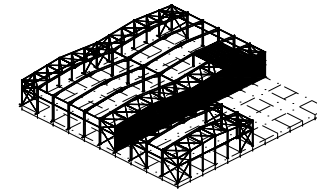


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

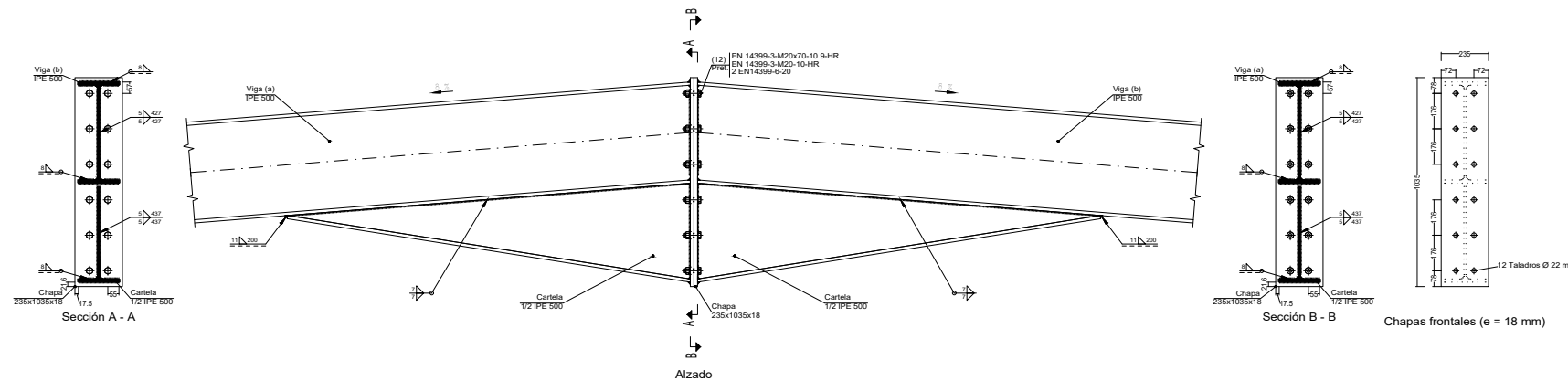
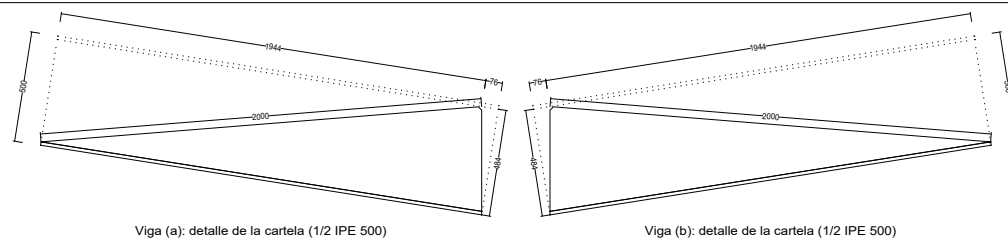


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₈₀	Y ₈₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

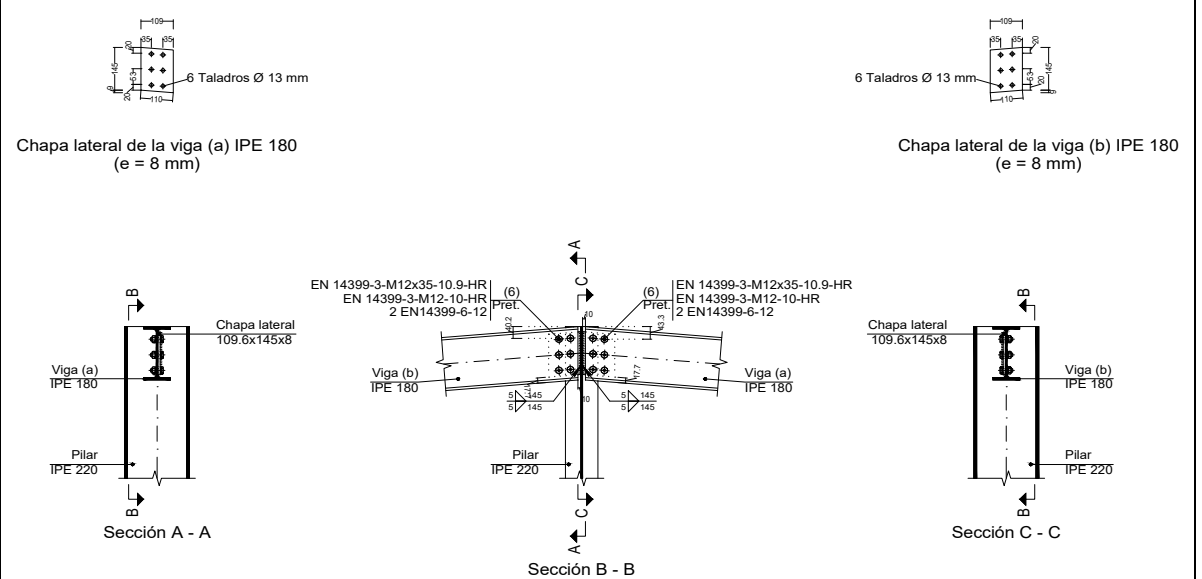
Pórtico 7



Tipo 7



Tipo 8



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 3000 m² DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL SITUADO EN ALBUIXECH**

Plano: **Pórtico frontal mixto 7**

Autor: **Carlos Torres Muñoz**

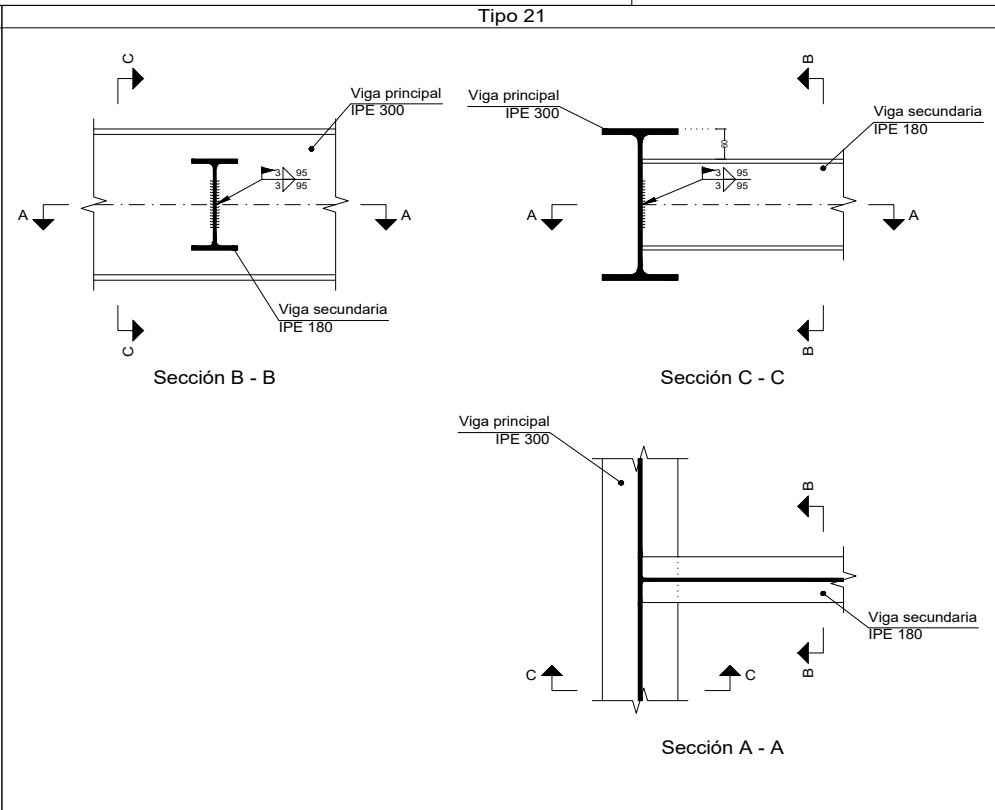
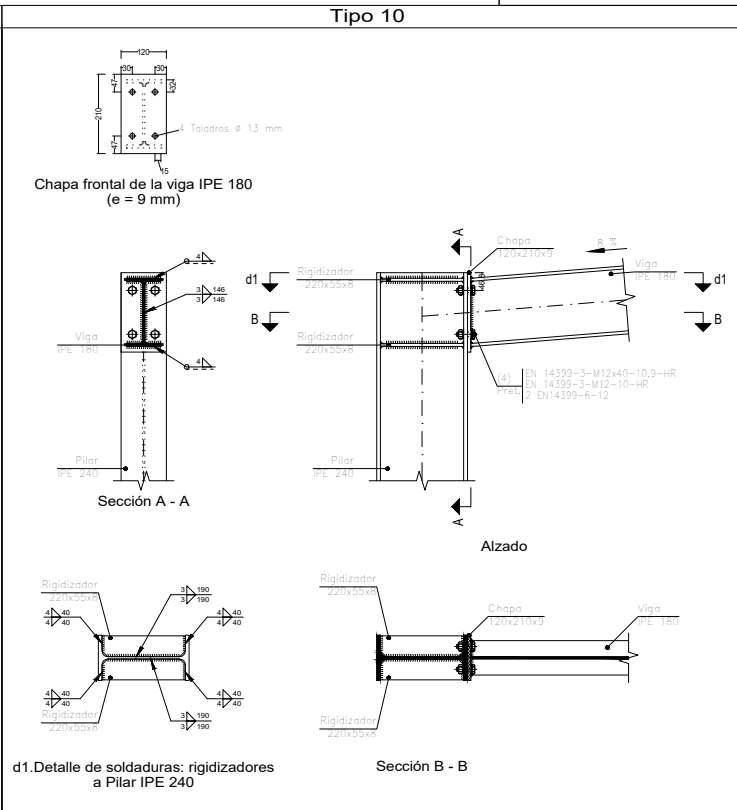
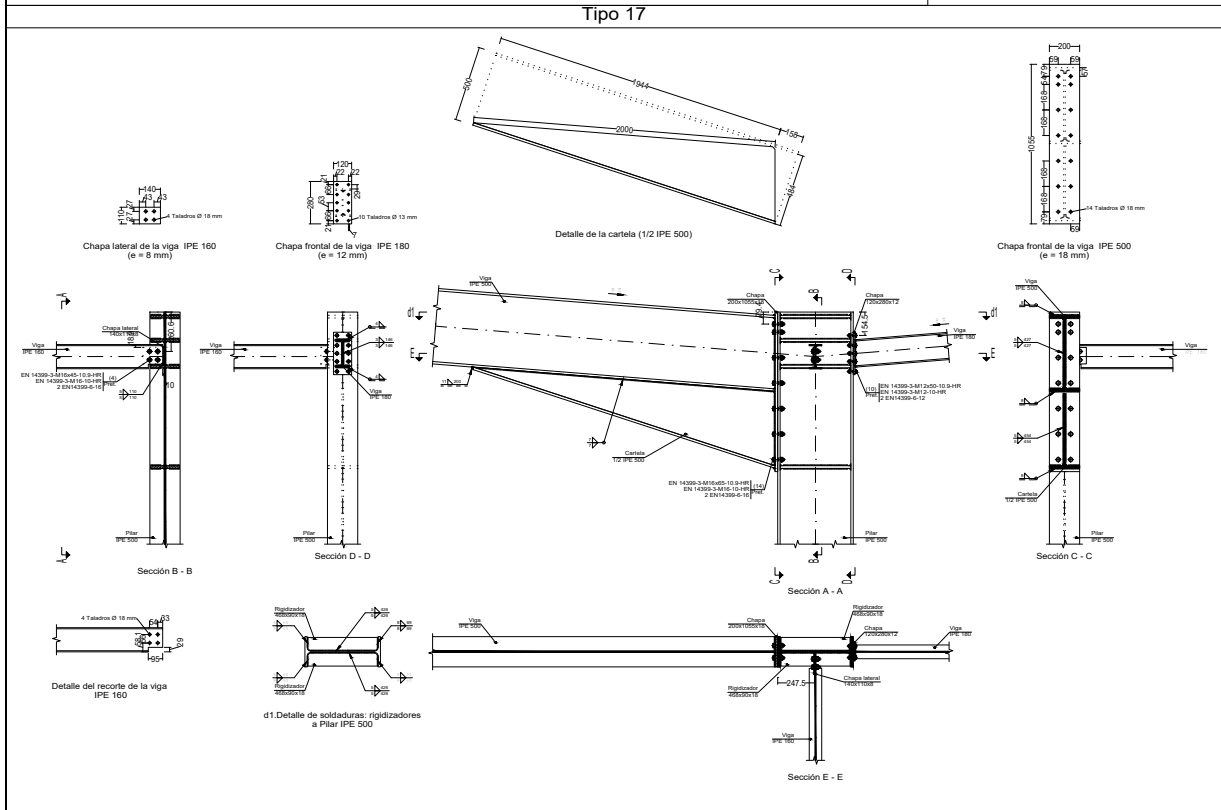
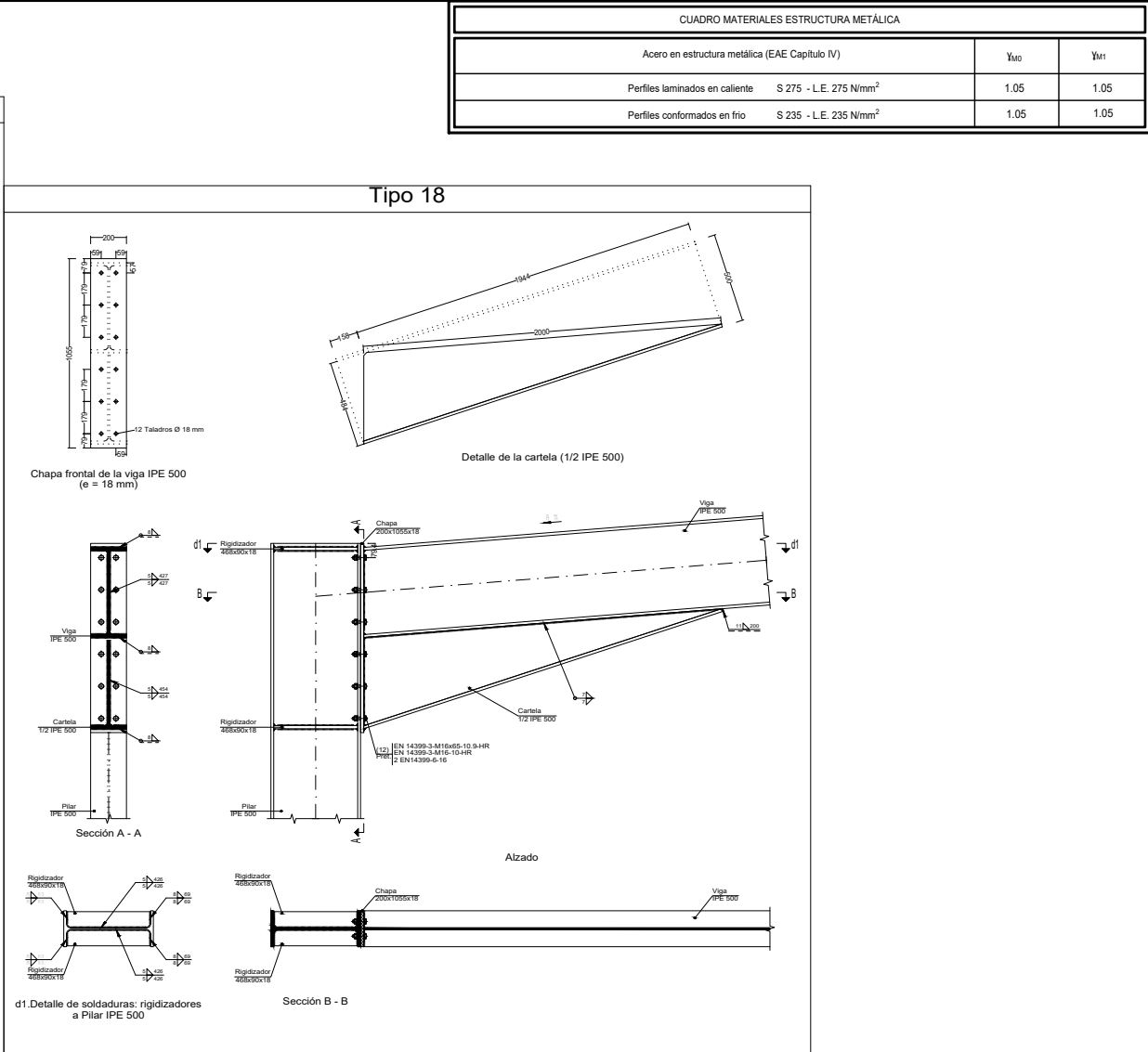
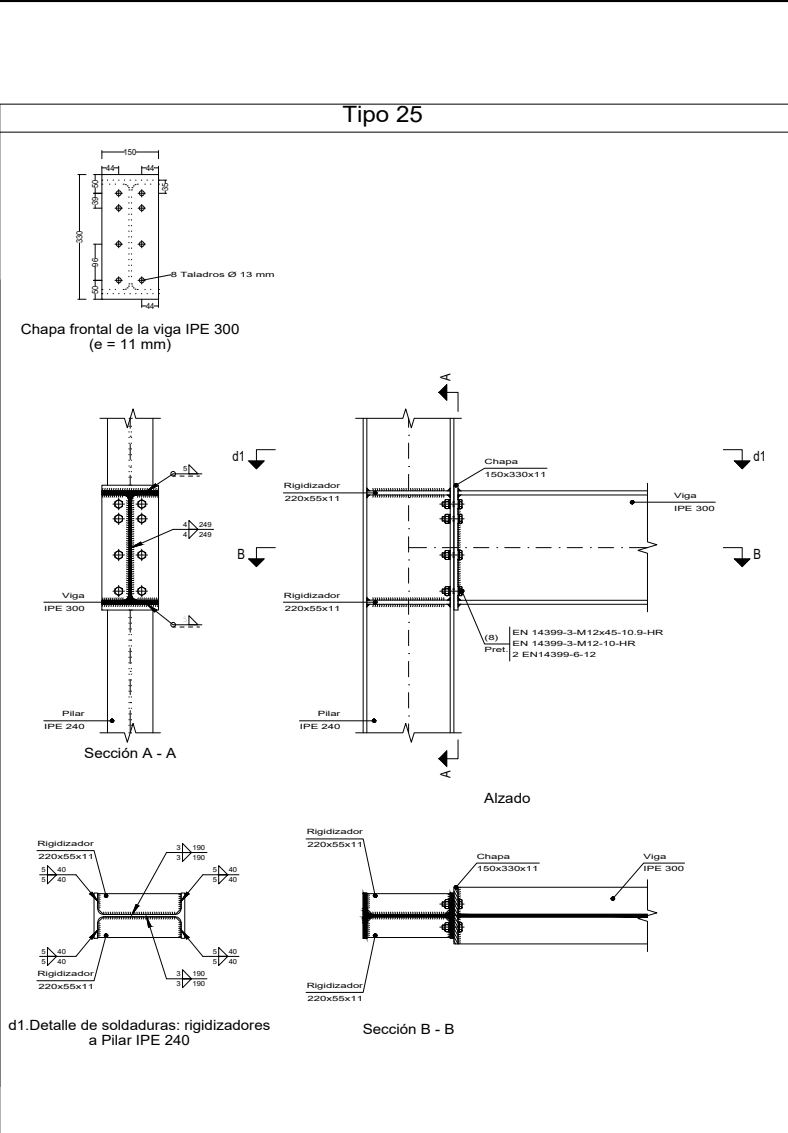
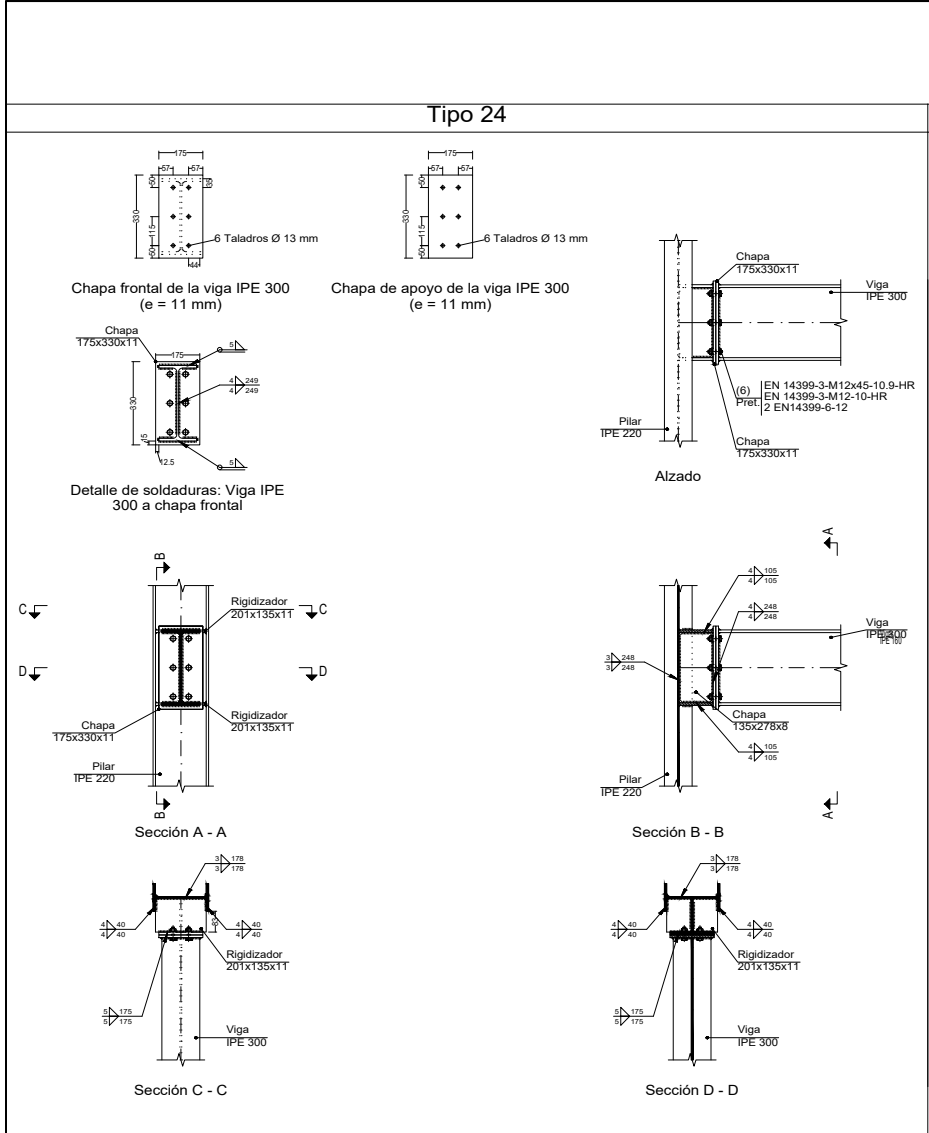
Fecha: **Mayo 2021**

Escala: **1:200**

Nº Plano:

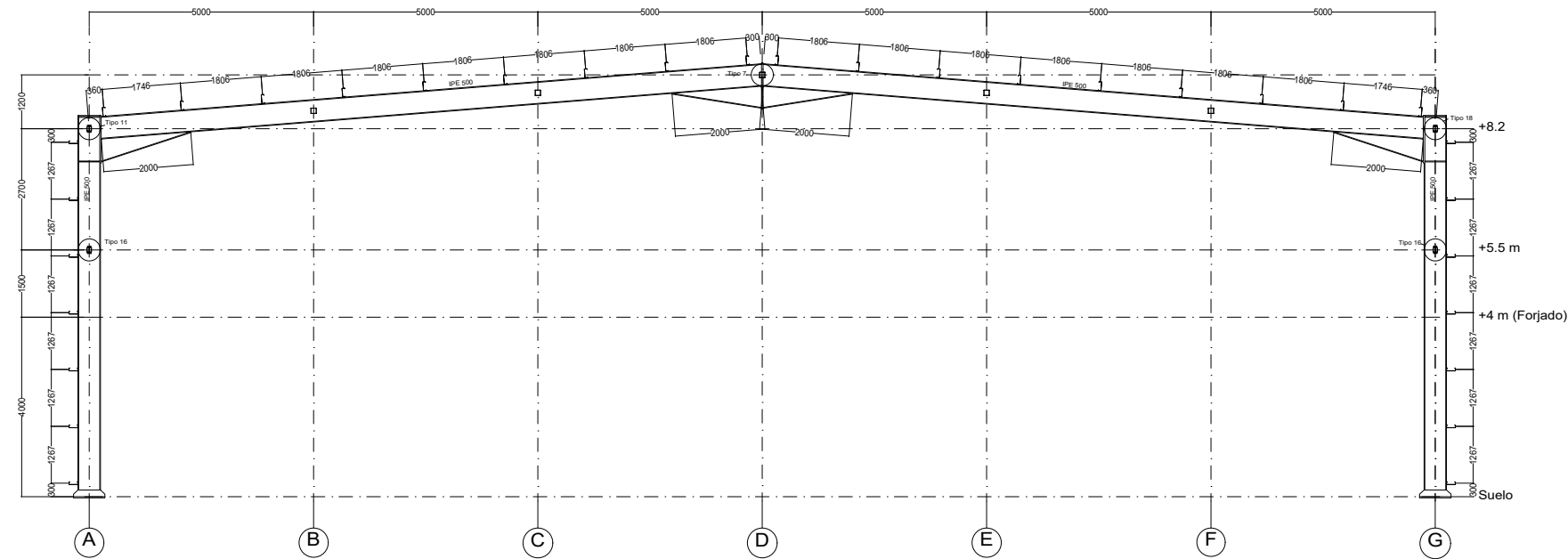
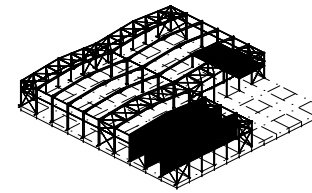
09

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)	γ_{M0}	γ_{M1}
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

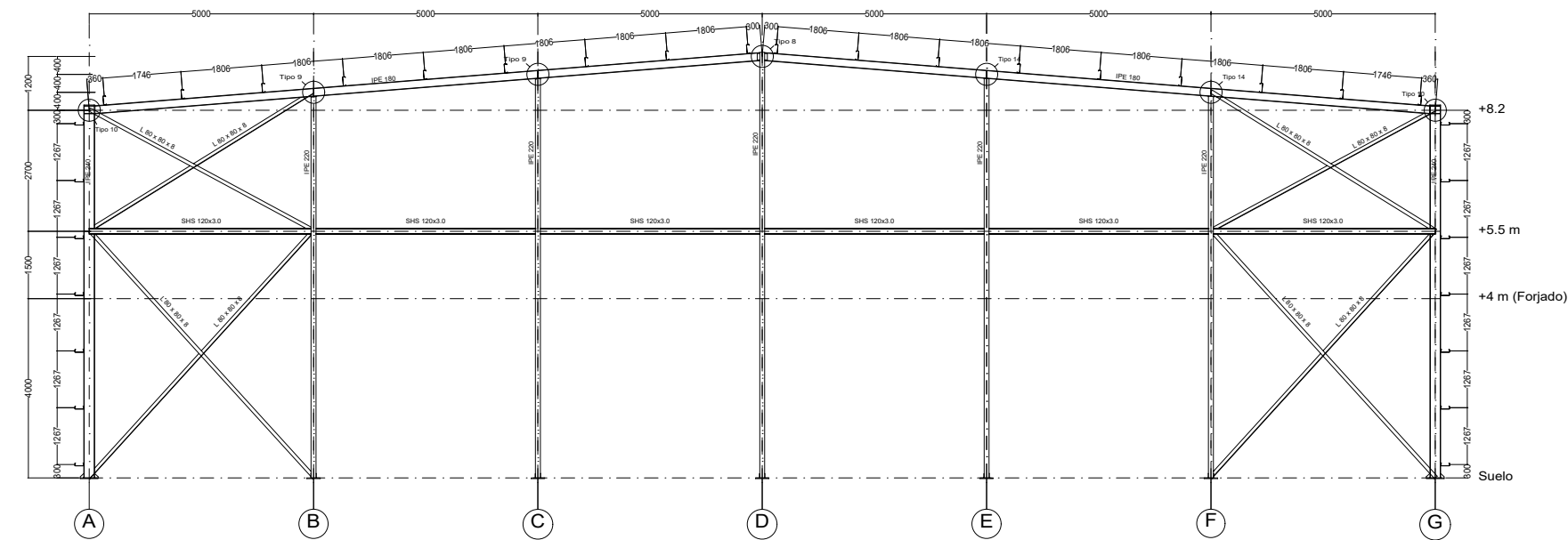
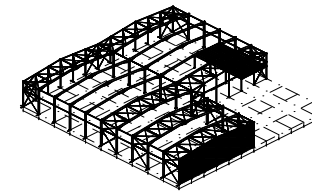


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₅₀	Y ₃₅
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

Pórticos 8 a 10



Pórtico 11



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL DE 3000 m² DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA ARTESANAL SITUADO EN ALBUIXECH

Plano: Pórticos frontales intermedios 8 a 10 y pórtico frontal fachada 11

Autor: Carlos Torres Muñoz

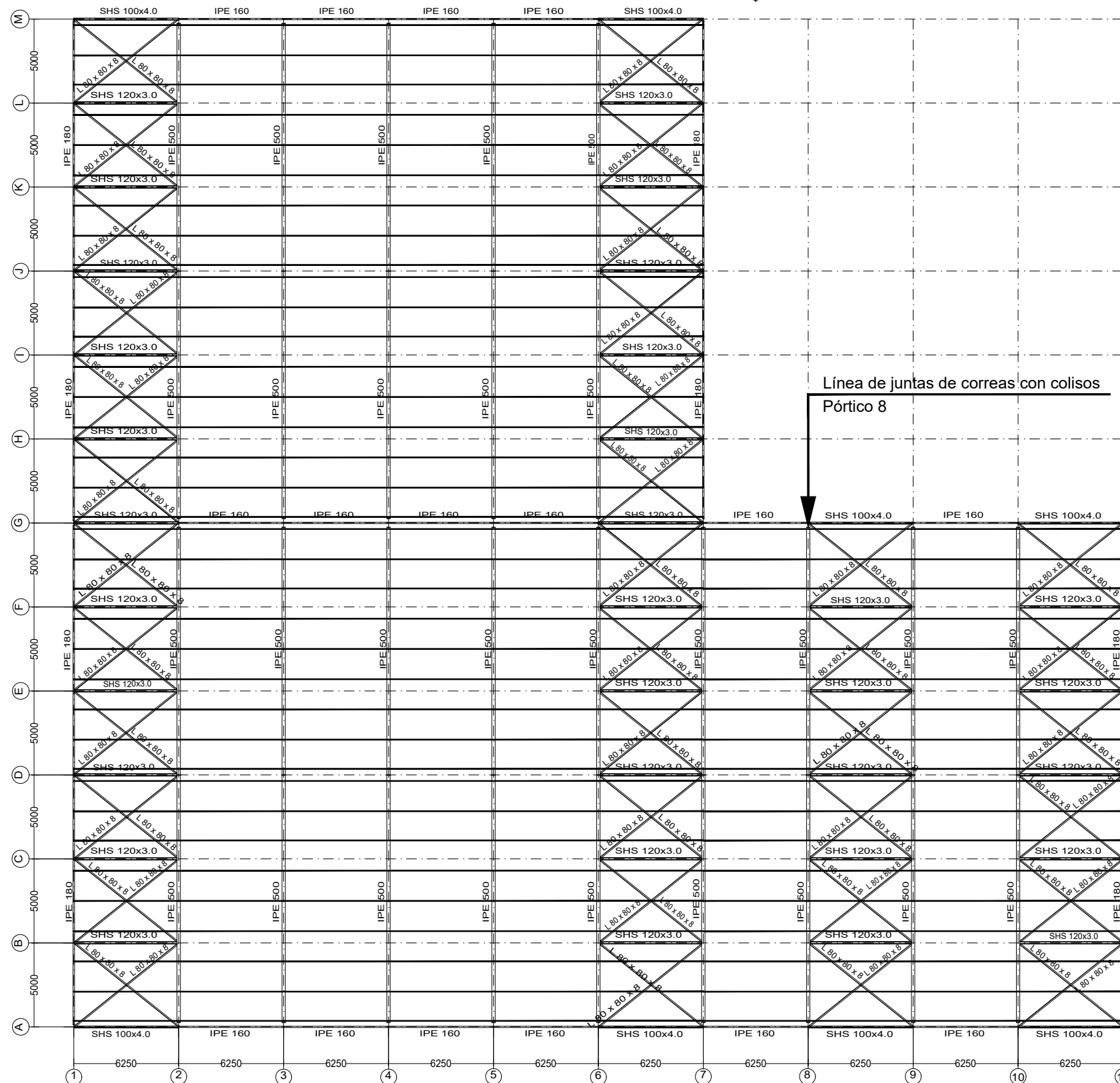
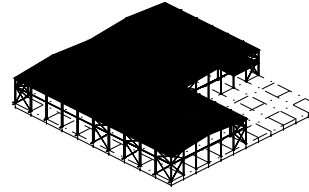
Fecha: Mayo 2021

Escala: 1:150

Nº Plano:

11

Cubierta



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₁₀₀	Y ₁₀₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

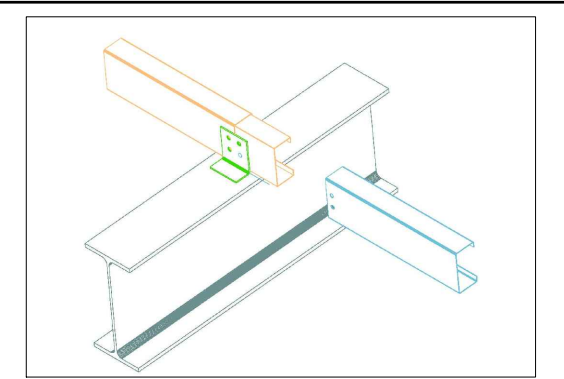
Correas en cubiertas

Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-200x2.5
 Separación: 1.81 m.
 Número de correas en nave: 36
 Peso lineal: 242.62 kg/m

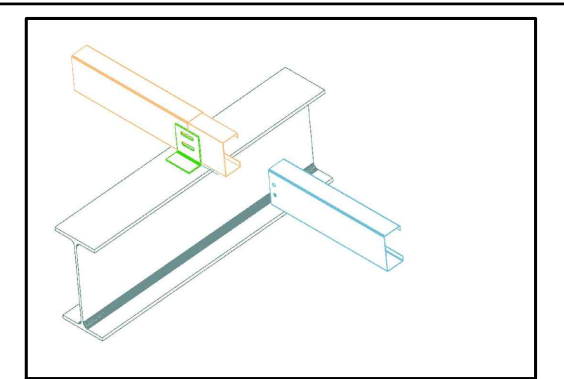
Correas en laterales

Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-200x2.5
 Separación: 1.27 m.
 Número de correas en nave: 21
 Peso lineal: 94.35 kg/m

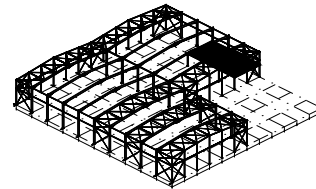
Detalle junta de correas común CF-200x2.5



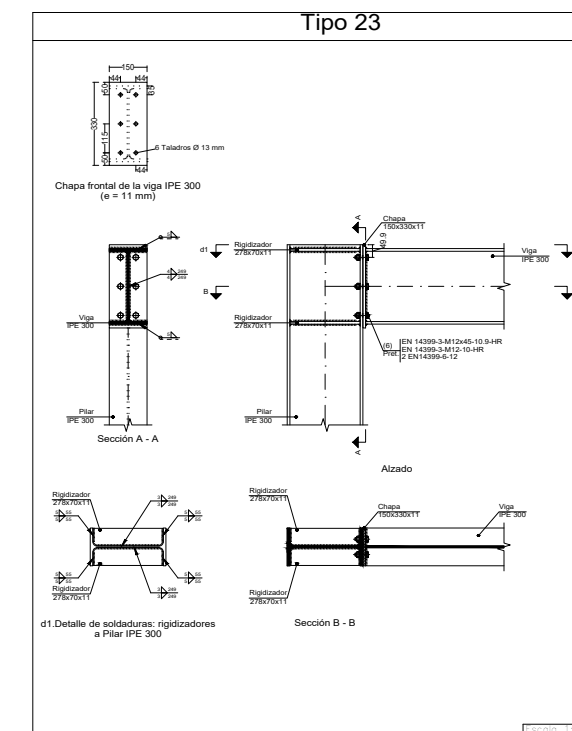
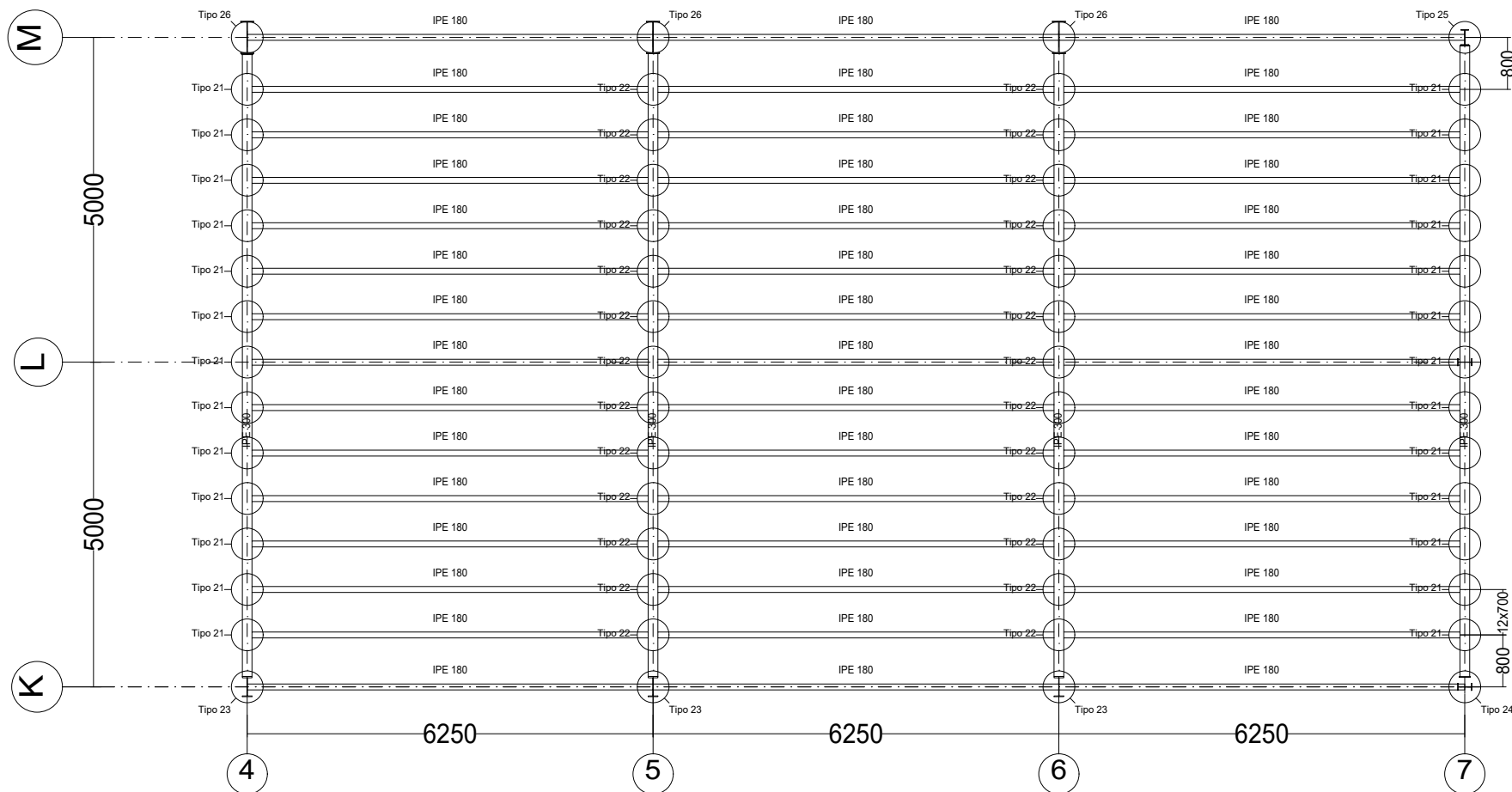
Detalle junta de correas con colisos CF-200x2.5



Forjado del atillo



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₈₀	Y ₈₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05



Características de los materiales - Forjados Unidireccionales

Materiales	Hormigón						Acero			
	Control		Características		Control		Características			
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento nominal	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
	Estadístico	γ = 1.50	HA-25/B/15/IIa	Plasticada (64 cm)	15/20 mm	IIa	30 mm	Normal	γ = 1.15	B500S

Ejecución (Acciones): Normal

Adaptado a la Instrucción EHE-08

Notas

- Control Estadístico en EHE, equivale a control normal
- Solapes según EHE
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE

Datos del Forjado - Planta Atillo

Cargas	
Peso propio Zona aligerada:	2.52 kN/m ²
Sobrecarga de uso:	4.00 kN/m ²
Carga total Zona aligerada:	6.52 kN/m ²

Recubrimientos nominales

Negativos vigueta:

- Superior: 3 cm
- Lateral en borde: 3 cm

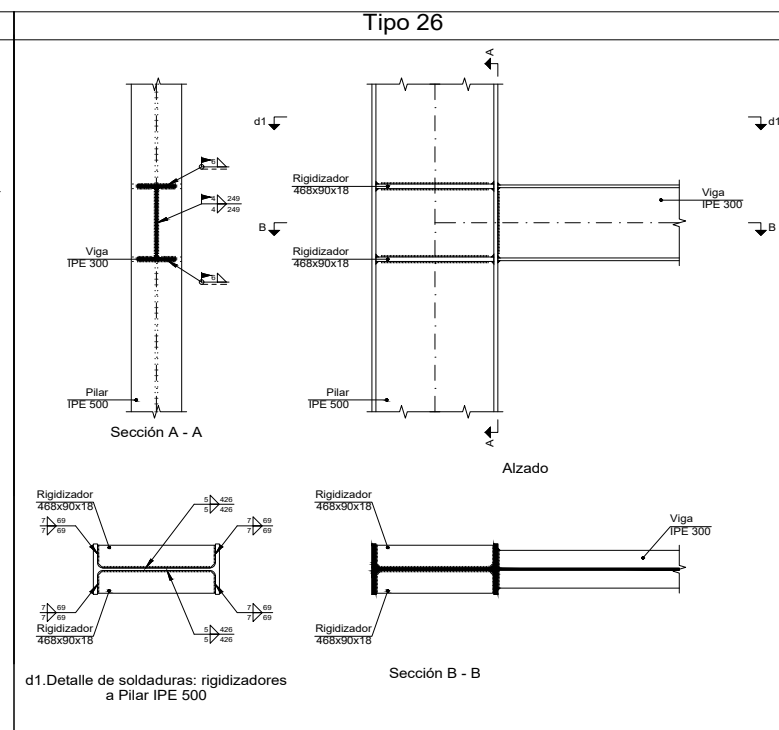
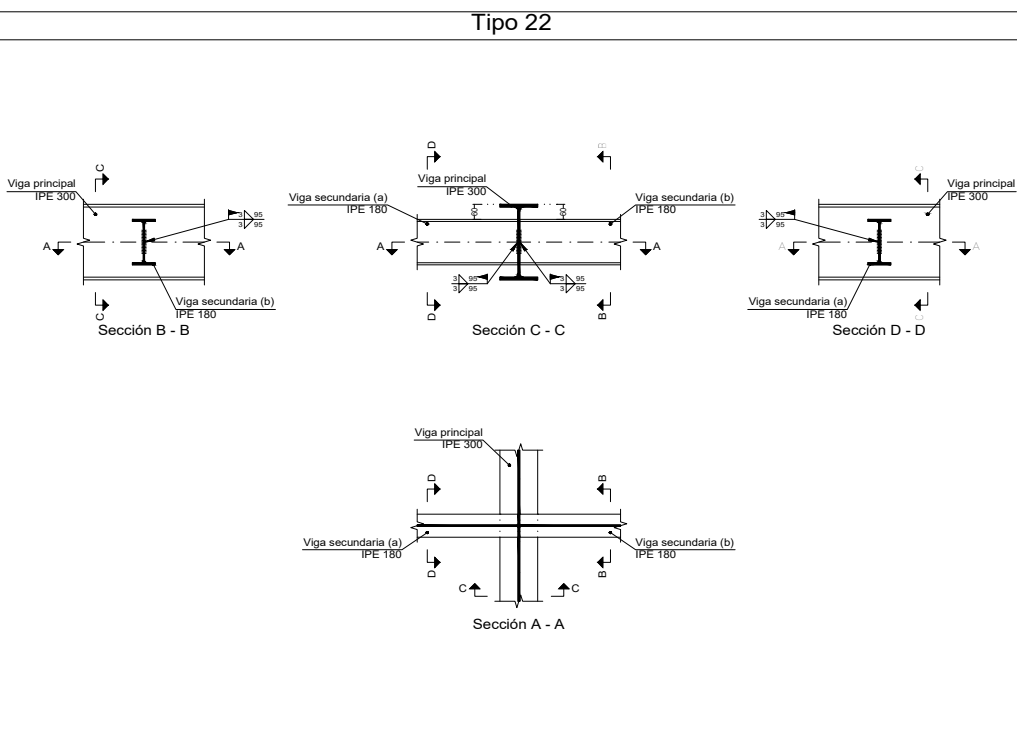
Vigas planas:

- Superior: 3.5 cm
- Lateral en borde: 5 cm (para la correcta colocación de la pata de la armadura superior perpendicular)
- Inferior: 3 cm

Vigas descolgadas del forjado:

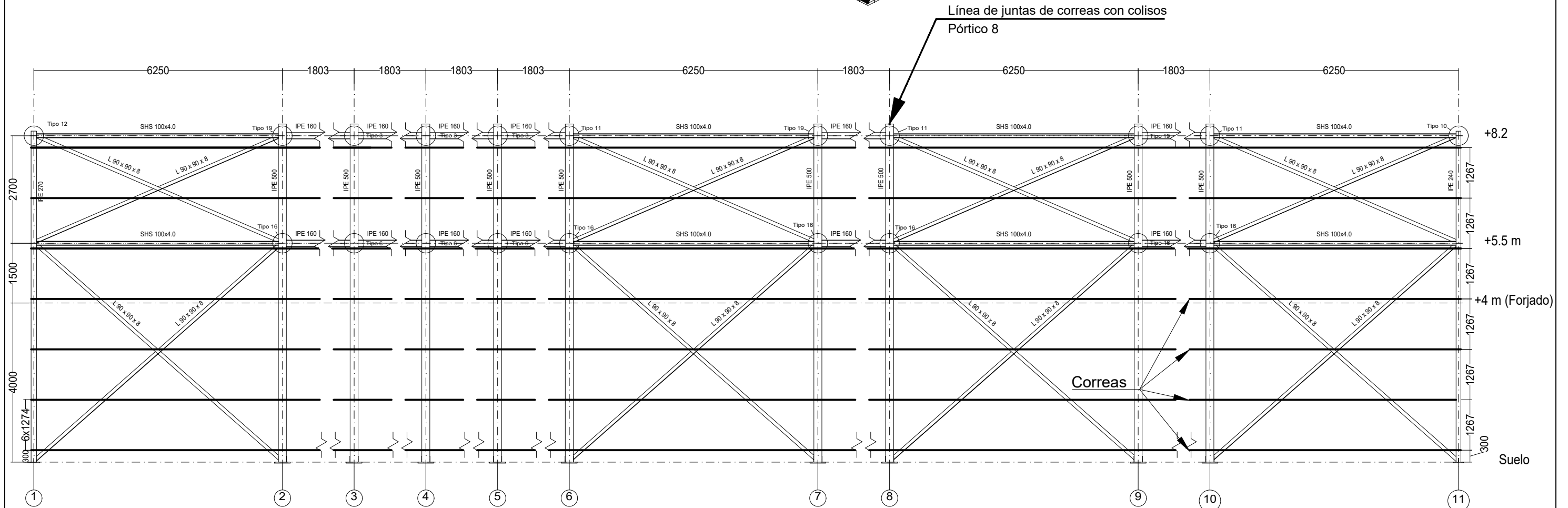
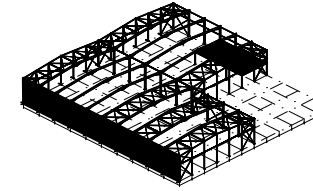
- Superior: 3.5 cm
- Lateral: 3 cm
- Inferior: 3 cm

(*) Recubrimientos nominales recomendados para estructuras en exposición ambiente I y sin protección especial contra incendios.

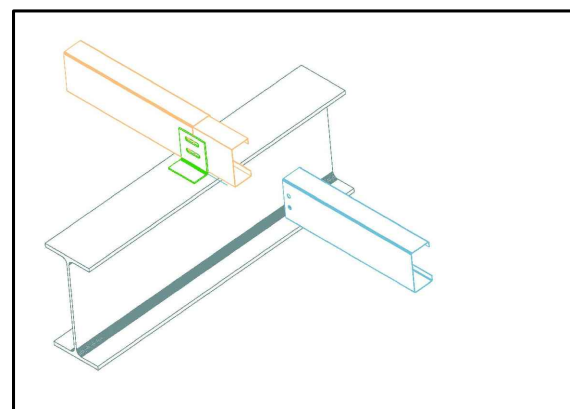


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA			
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)		Y ₁₀₀	Y ₁₀₁
Perfiles laminados en caliente	S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío	S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

Fachada lateral A



Detalle junta de correas con colisos CF-200x2.5



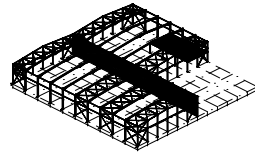
Correas en cubiertas

Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-200x2.5
 Separación: 1.81 m.
 Número de correas en nave: 36
 Peso lineal: 242.62 kg/m

Correas en laterales

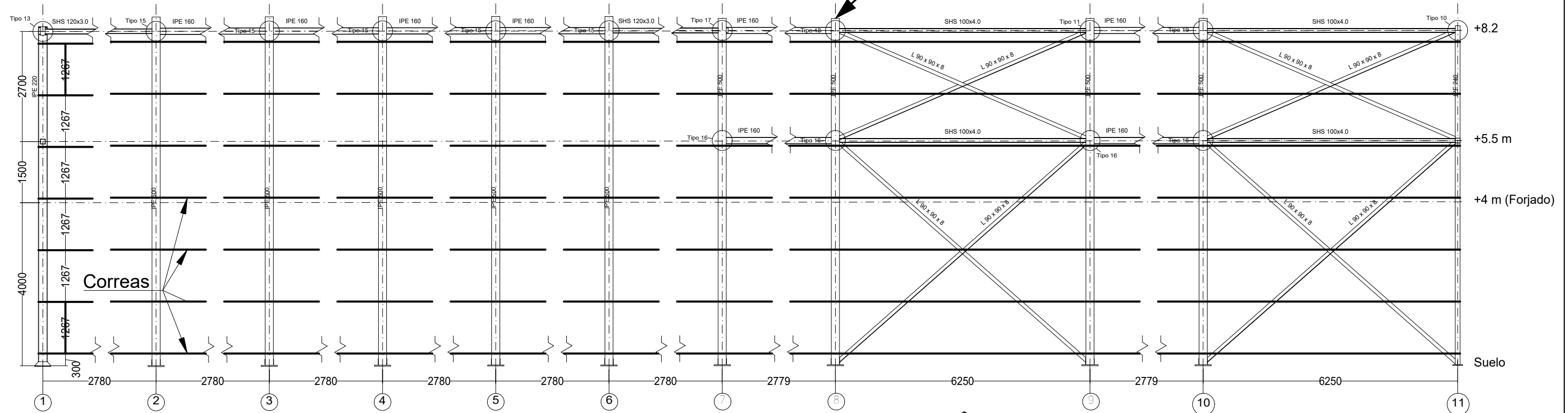
Tipo de Acero: S235
 Tipo de perfil: CF-200x2.5
 Separación: 1.27 m.
 Número de correas en nave: 21
 Peso lineal: 94.35 kg/m

Fachada lateral G

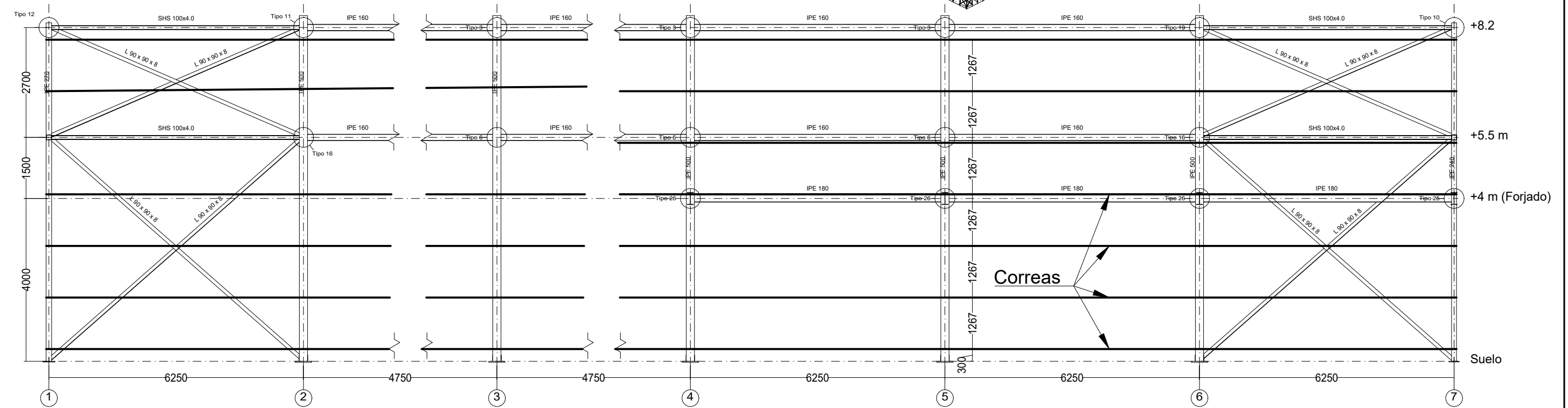
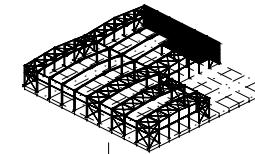


Línea de juntas de correas con colisos
Pórtico 8

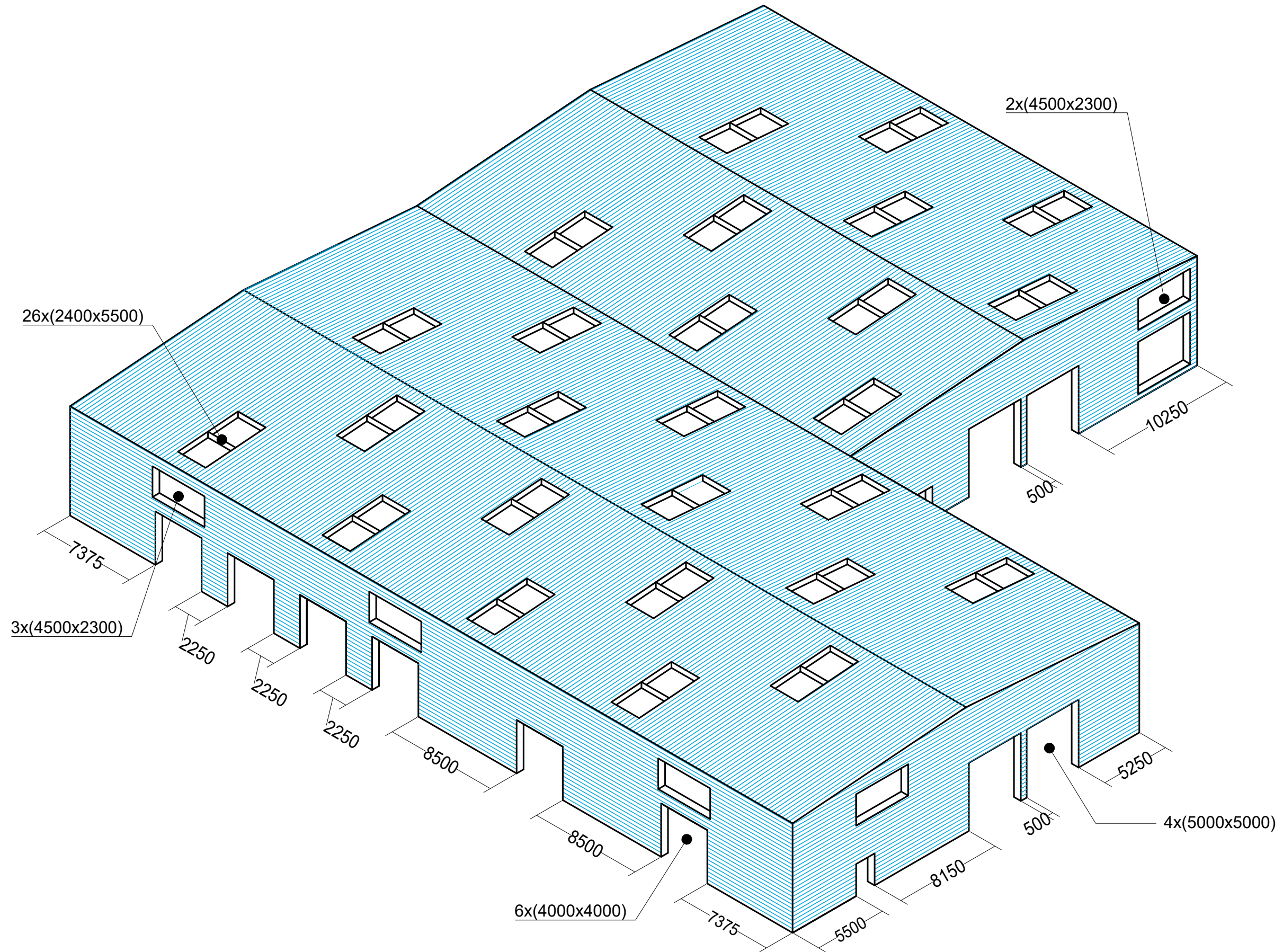
CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
Acero en estructura metálica (EAE Capítulo IV)	Y ₈₀	Y ₈₁
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05



Fachada lateral M

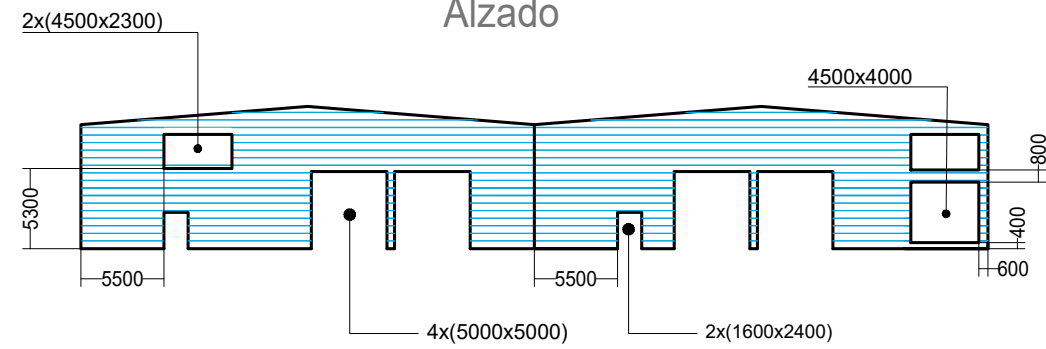


3D con cerramiento

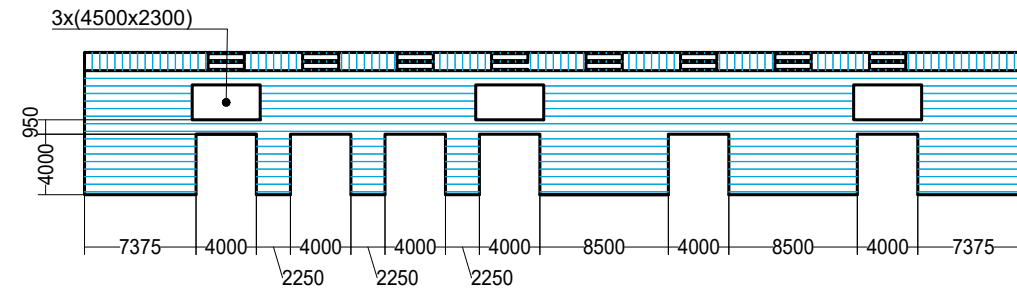


Vistas nave con cerramiento

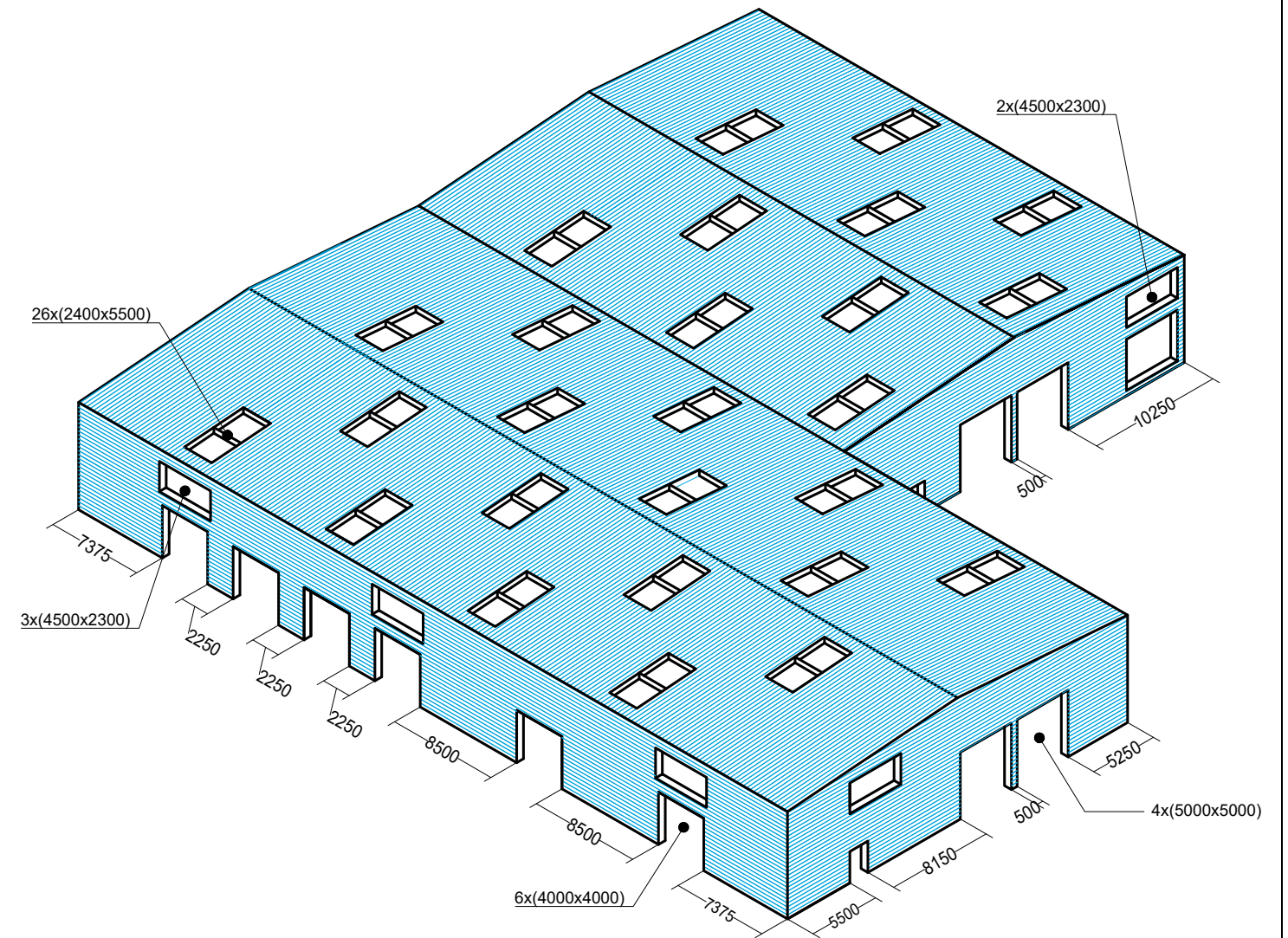
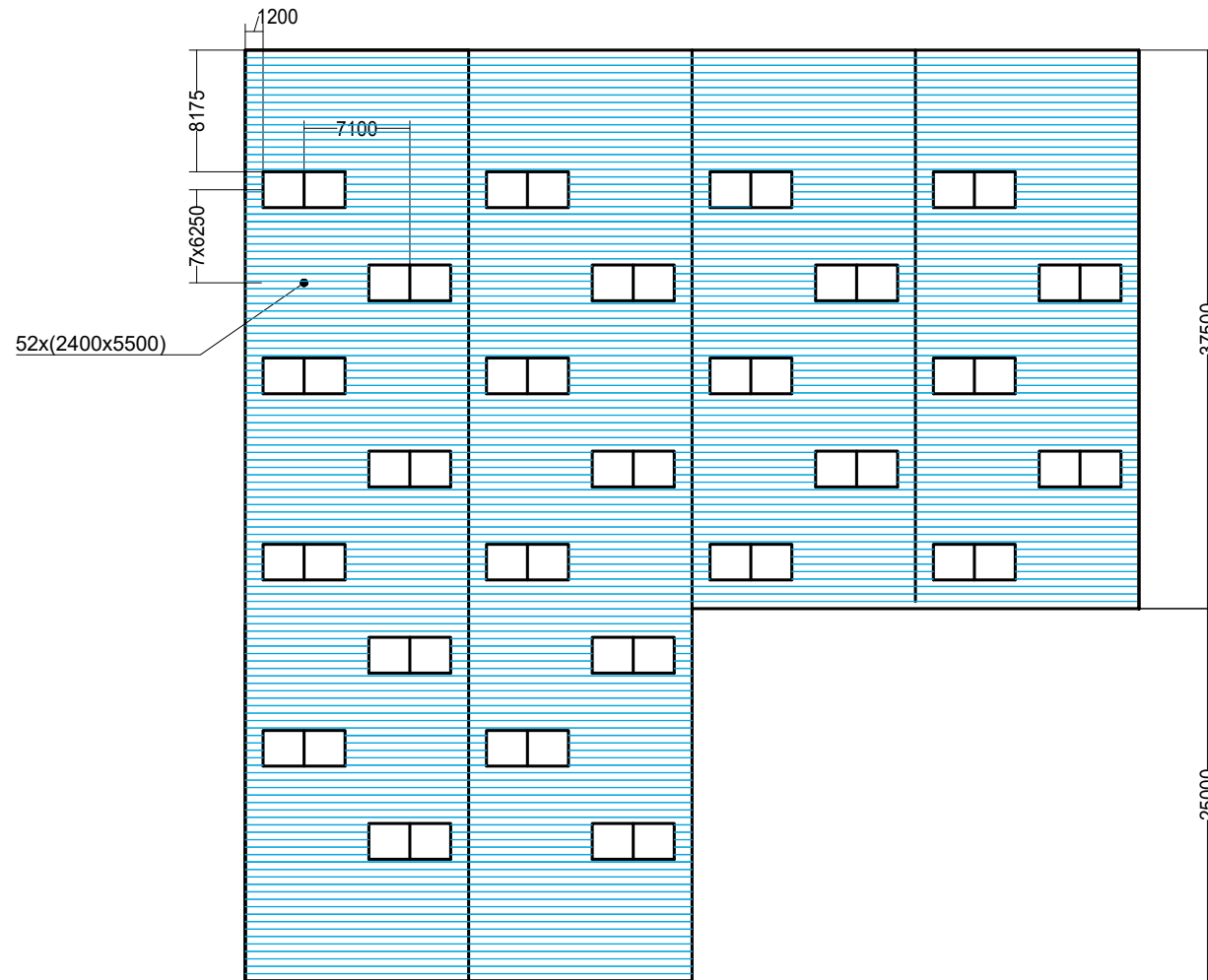
Alzado



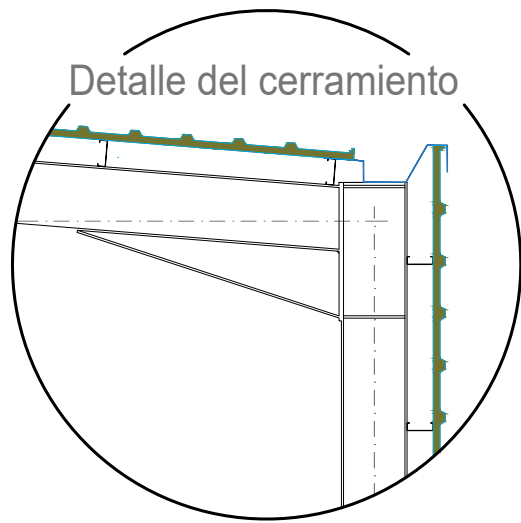
Perfil derecho



Planta

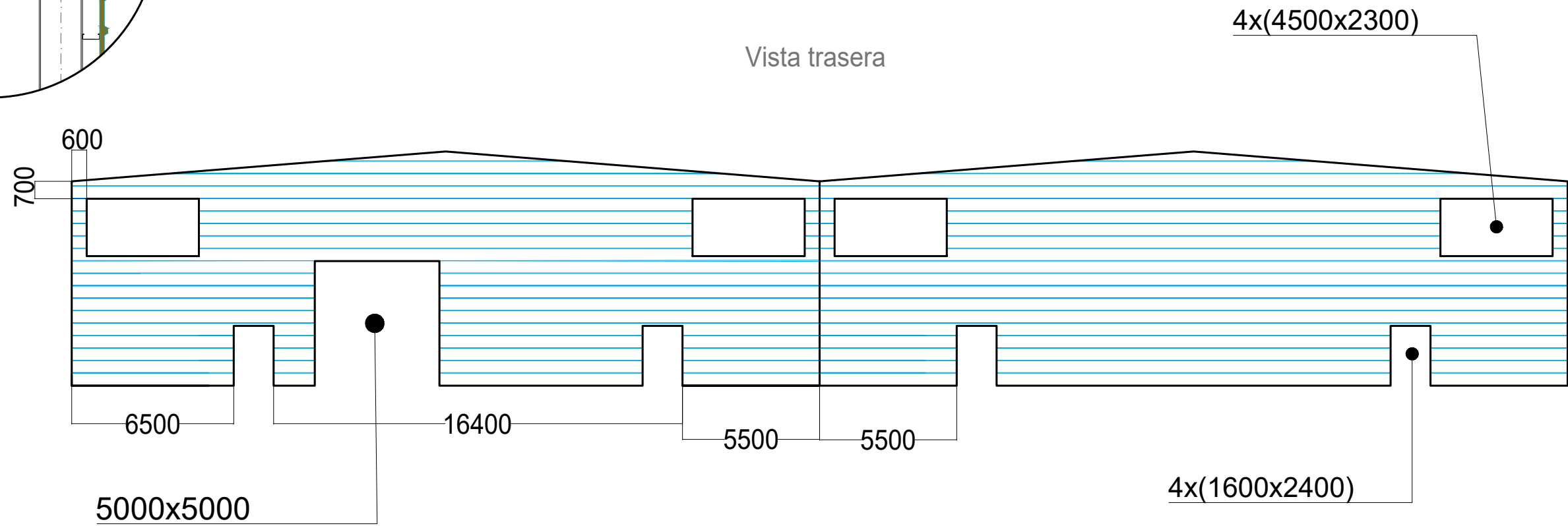


Detalle del cerramiento



Vistas nave con cerramiento

Vista trasera



Perfil izquierdo

