



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que confiaron en que llegaría hasta donde estoy, cuando ni yo misma lo hacía. Sin ellos, nada de esto sería posible.

A mi hermana, que sin tener ni idea de esto, me ayudó en todo lo que pudo y más.

A Lidón, Pepe e Ivan, que fueron los mejores compañeros de carrera y mejores amigos que podría tener.

A Vicky, que soportó mis llantos y mis quejas, y me apoyó cuando ya no podía más.

A todos vosotros, gracias.



RESUMEN

En este Trabajo de Final de Grado (TFG) se presenta una propuesta de diseño para una nave industrial de 31x33 metros dedicado al embotellado de agua mineral. Para este proyecto se ha realizado el diseño de una nave de estructura metálica, dentro de la cual se incluye el área de trabajo, almacenes (inicial y final), servicios y oficinas para temas administrativos y control de calidad.

En la planta diseñada se podrá alcanzar una producción de 320000 botellas de litro al mes. En el proyecto se detalla la justificación de la distribución y diseño de la estructura mediante cálculos, datos que posteriormente se procede a manejar en CYPE y AutoCAD.

Palabras clave: nave industrial, diseño estructural, embotellado.



RESUM

En aquest TFG es presenta una proposta de disseny per a una nau industrial de 31x33 metres dedicat a l'embotellat d'aigua mineral. Per a aquest projecte s'ha realitzat el disseny d'una nau d'estructura metàl·lica, dins la qual està inclòs l'àrea de treball, els magatzems (inicial i final), els serveis i oficines per a temes administratius i control de qualitat.

A la planta dissenyada es podrà arribar fins a una producció de 320000 botelles de litre al mes. Al projecte es detalla la justificació de la distribució i disseny de l'estructura mitjançant càlculs, dades que posteriorment es manejarà amb CYPE i AutoCAD.

Paraules claus: nau industrial, disseny estructural, embotellat.



ABSTRACT

In this Final Degree Project, it is presented a design proposal for a industrial building of 31x33 meters aimed to mineral water bottling. For this project, it was made a design of a building with metallic structure, in which it is included the working area, the first and final warehouse and offices for administration and control quality.

In this industrial building, it could be bottled up to 320000 litres of water per month. In this project are detailed the reasons of the distribution and design selected by calculations. Finally, the obtained data will be handled with CYPE and AutoCAD.

Keywords: industrial building, estructural design, bottling.



ESTRUCTURA DEL PROYECTO

- **MEMORIA DESCRIPTIVA**
- **ANEXO DE CÁLCULO**
- **MEDICIÓN Y PRESUPUESTO**
- **BIBLIOGRAFÍA**
- **PLANOS**

PROYECTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL de 31x33 M
SITUADO EN QUART DE POBLET



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

MEMORIA DESCRIPTIVA



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	- 13 -
1.1. OBJETO DEL TRABAJO.....	- 13 -
1.2. ANTECEDENTES.....	- 13 -
1.3. MOTIVACIÓN.....	- 13 -
CAPÍTULO 2: PASOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN.....	- 14 -
2.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	- 14 -
2.2. PROCESO PRODUCTIVO.....	- 17 -
CAPÍTULO 3: SOLUCIÓN ADOPTADA.....	- 20 -
3.1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	- 20 -
3.2. ACTUACIONES PREVIAS.....	- 21 -
3.3. CIMENTACIÓN.....	- 21 -
3.3.1. ZAPATAS.....	- 22 -
3.3.2. VIGAS DE ATADO.....	- 23 -
3.4. PÓRTICOS.....	- 24 -
3.4.1. PÓRTICO INTERIOR.....	- 24 -
3.4.2. PÓRTICO DE FACHADA.....	- 25 -
3.5. FACHADAS LATERALES.....	- 26 -
3.6. VIGAS CONTRAVIENTO.....	- 27 -
3.7. CORREAS.....	- 28 -
3.8. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.....	- 28 -
3.8.1. SOLERA.....	- 28 -
3.8.2. CERRAMIENTO DE FACHADA Y CUBIERTA.....	- 29 -
3.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	- 30 -

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto del trabajo

Este documento constituye el TFG de Betania Pereira Aquino, alumna de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII), matriculada en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI). En el mismo se presenta una propuesta estructural para una nave industrial, previo dimensionamiento de la misma, dedicada a un proceso determinado, en este caso, al embotellamiento de agua mineral. Dicha nave industrial tendrá una dimensión de 31x33 m y estará situada en el polígono industrial de Nou d'Octubre en Quart de Poblet, Valencia. El objetivo de este proyecto es reflejar los conocimientos adquiridos durante el grado mediante la exposición del mismo, ya que se trata de un proyecto real y sostenible de carácter profesional.

1.2. Antecedentes

Una empresa pone en marcha un servicio de embotellado y distribución de agua en Valencia y para ello solicita el diseño de una nave apropiada para dicho proceso.

La planta está pensada para, una vez recibida el agua, almacenarla en tanques, embotellarla, etiquetarla, ponerla en palets, embalarla y almacenarla para su posterior distribución. Además, contamos con una máquina de soplado de botellas que, a partir de unas preformas, producen botellas PET de 1 litro de capacidad.

La empresa dispone de una parcela de aproximadamente 2528 m² situado en Quart de Poblet, en el que no existe ninguna edificación previa.

1.3. Motivación

El principal motivo por el cual se está llevando a acabo este proyecto es para poder obtener el título del GITI y poder, posteriormente, cursar el Máster de Ingeniería Industrial para poder ejercer de ingeniera industrial en un futuro próximo.

En cuanto al motivo de la temática elegida, durante toda la carrera, a pesar de haber encontrado todas las asignaturas únicas e interesantes, ha habido más afinidad con las asignaturas relacionadas a la construcción (Elasticidad y Resistencia de Materiales, Estructuras y Tecnología de la Construcción). Esto, junto a la posibilidad de poder practicar más con programas muy útiles en este ámbito, como lo son el CYPE y el AUTOCAD, fueron los determinantes para escoger esta temática para el TFG.

CAPÍTULO 2: PASOS PREVIOS A LA CONSTRUCCIÓN

2.1. Situación y emplazamiento

La parcela ofrecida por la empresa se encuentra en la calle Jaume Sanmartín, 15, en el polígono industrial de Nou d'Octubre (sector C), como se muestra en el *plano 1* adjunto, situado en Quart de Poblet, dentro del término municipal Quart de Poblet, comarca de l'Horta Sud.

Este municipio, y el polígono más concretamente, está conectado por autovía con municipios circundantes y otras carreteras importantes. La autovía A-3/E-901 Madrid-Valencia o Autovía del Este proporciona tres accesos, uno de ellos (V-11) que enlaza directamente con el aeropuerto de Manises. También cuenta con la autovía V-30 con acceso al puerto de Valencia, además de otras carreteras locales que sirven de nexo con núcleos vecinos. El centro de Valencia se encuentra a tan sólo 5,9 km de distancia.

La parcela adquirida tiene forma poligonal (ver Figura 2.3) de 38.56x14.22x42.79x48.55x52.9m, contando con una superficie total de 2519 m² aproximadamente. La parcela colinda con las empresas Gil Industrias Gráficas, SL, y una industria fabricante de estanterías, mientras que los otros lados de la parcela dan a las calles Avda. del Mediterráneo y Jaume Sanmartín.

La parcela no tiene ninguna construcción previa, por lo que sólo se necesitara hacer una limpieza de la misma para retirar vegetación y escombros y, de ser necesario, realizar una nivelación del terreno.

Para la construcción de la nave se deberá tener en cuenta el tipo de suelo en el que nos encontramos y la normativa referente a ella, obtenida del Plano de Ordenación Urbana de Quart de Poblet.

La nave tendrá una altura de cumbrera de 10.3 m y el volumen total será de 10536.9 m³ El retranqueo sólo hace referencia al frente recayente a la A-3, por lo que en los otros frentes se podrá utilizar el retranqueo que se considere oportuno.

Característica	Normativa	Valor
Tipo de suelo	A, B, C	B
Superficie mín edificable (m2)	200	1023
Frente de fachada (m)	10	31
Retranqueo (m)	6	6
Edificabilidad (m2/m2)	2	0,40
Ocupación (m3/m2)	6	4,17

TABLA 2.1.: Normativa urbanística del polígono industrial



FIGURA 2.1: Localización de Quart de Poblet respecto a Valencia centro (Google Maps)

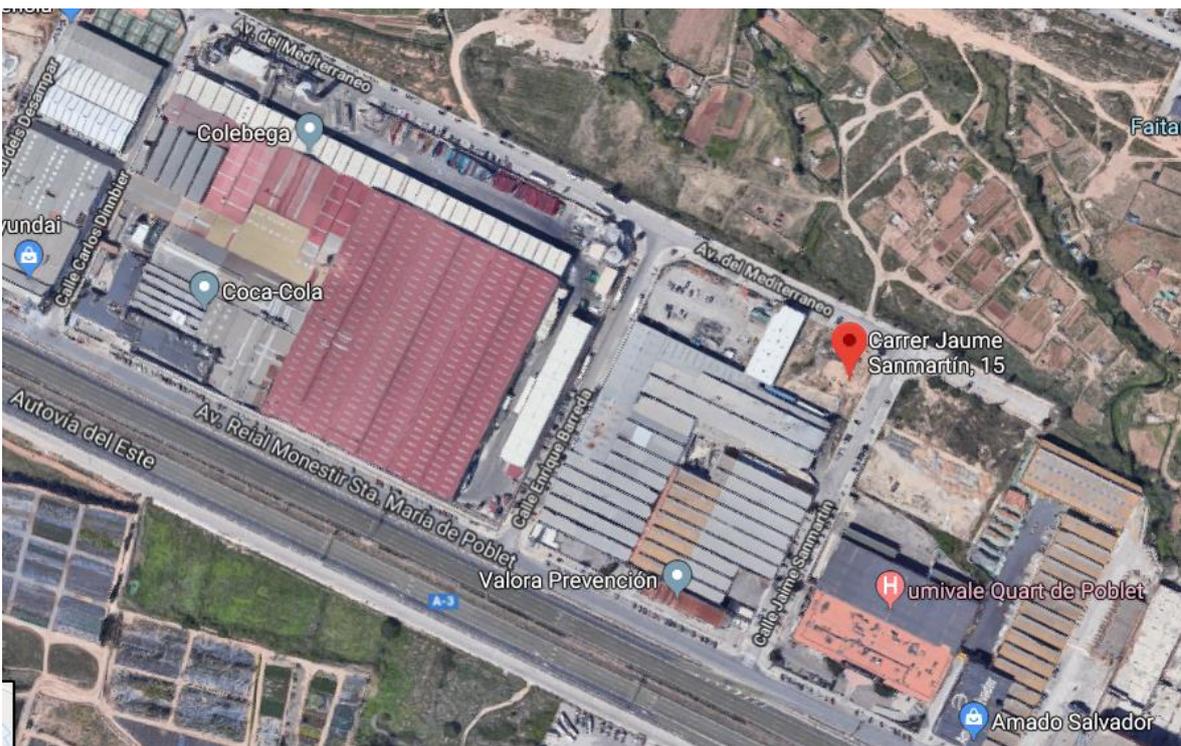


FIGURA 2.2: Localización de la parcela (Google Maps)

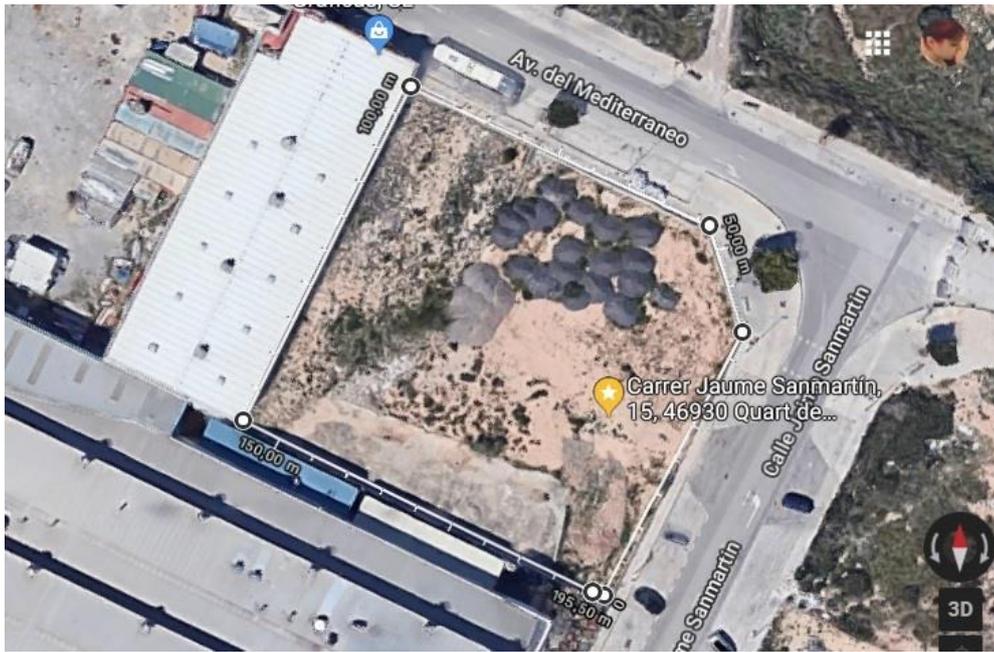


FIGURA 2.3: Parcela ampliada (Google Maps)

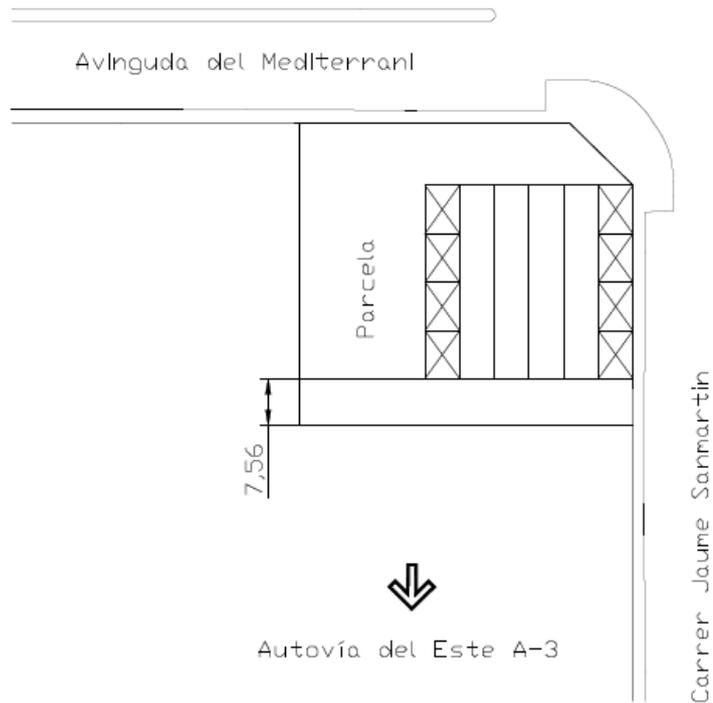


FIGURA 2.4: Situación de la nave en la parcela

2.2. Proceso productivo

El proceso productivo consiste en el soplado de botella, a partir de unas preformas suministradas por un proveedor, lavado, llenado, taponado, etiquetado y empaquetado para su posterior distribución.

En la planta se almacenan preformas suficientes para un mes de producción de agua mineral, que son depositadas en el almacén primario, junto a los palets, las bobinas paletizadoras y las bobinas de plástico para la etiquetadora. El almacén final tiene capacidad para guardar todos los palets con 9 packs de agua apilados en ellos.

La maquinaria utilizada para todo este proceso serán las siguientes:

- Sopladora: fabrica, a partir de unas preformas de 160 mm de altura y 22 mm \varnothing , botellas PET de 1 litro.
- Máquina de lavado, llenado y taponado: como su nombre indica, lava las botellas salida de la sopladora, las llena de agua y las tapona.
- Etiquetadora: pone a las botellas la etiqueta de la marca.
- Empacadora: prepara packs de 6 botellas y las envuelve con plástico duro.
- Paletizadora: se utiliza para plastificar los palets que se preparan al apilar los packs de agua.

Para el llenado de las botellas, contamos con dos tanques de agua de 80000 litros de capacidad cada uno, los cuales se encuentran próximos a la zona de trabajo.

Se ha utilizado el método de Guerchet para la distribución en planta, método que se ve con más detalle a continuación, en la Tabla 2.2.

N = números de lados utilizados de la máquina

n = números de máquinas

K = coeficiente constante (Tabla 1)

S_s = superficie estática

S_g = superficie de gravitación = $S_s \times N$

S_e = superficie de evolución = $(S_s + S_g) \times K$

S_t = superficie total = $S_s + S_g + S_e$

Con unos valores orientativos de los equipos de trabajo, se llega a un valor aproximado del área necesaria para desarrollar esta actividad, en este caso, 1023 m²

Razón de la empresa	Coefficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
Trabajo en cadena, transporte mecánico	0,10 - 0,25
Textil - Hilado	0,05 - 0,25
Textil - Tejido	0,05 - 0,25
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria mecánica pequeña	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

TABLA 2.2: Coeficiente constante K [1]

Maquinaria	n	N	Ss (m2)	Sg (m2)	Se(m2)	St(m2)	k
Sopladora	1	2	31.42	62.84	18.85	113.11	0.2
Lavado+llenado+taponado	2	2	10	20	6	72	0.2
Etiquetadora	1	2	2.5	5	1.5	9	0.2
Empacadora	1	2	5.45	10.9	3.27	19.62	0.2
Paletizadora	1	4	4	16	4	24	0.2
Almacén primario	1					100	
Almacén final	1					600	
Depósitos	2					19.24	
Oficinas	1					56	
Aseos	1					10	
					Total	1,022.97	

TABLA 2.3: Método Guerchet

En cuanto a la distribución en planta, las únicas condiciones consideradas necesarias fueron que los depósitos de agua estuvieran dispuestos de manera accesible para su fácil reabastecimiento, es decir, lo más próximo posible al exterior, y que la oficina fuera igualmente accesible desde todos los puntos principales de la planta (almacén primario, secundario, y zona de trabajo). Por lo tanto, debido a las dimensiones de las distintas zonas, se propuso la distribución que se corresponde con la figura 2.4.

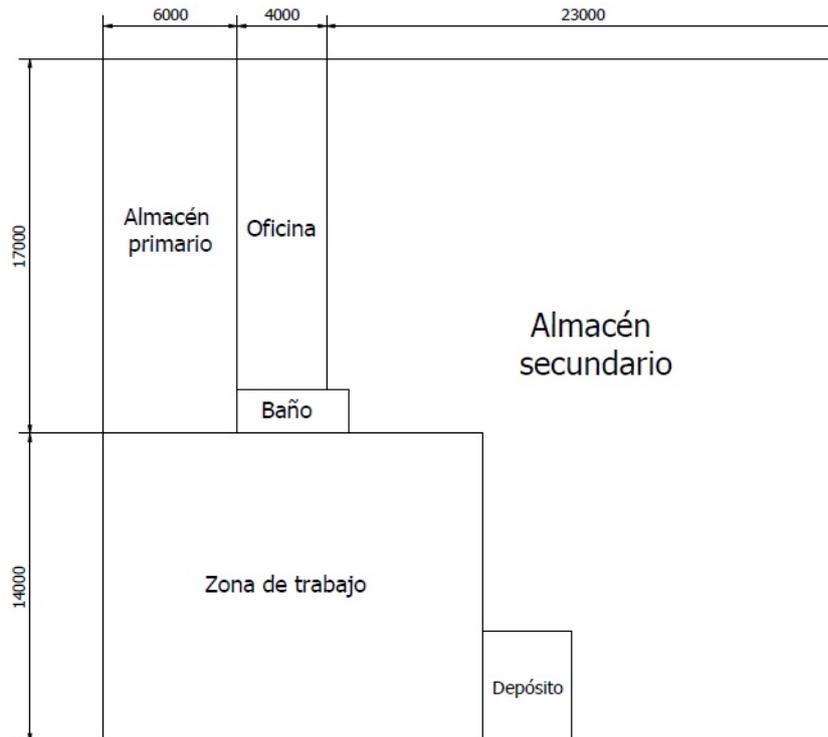


FIGURA 2.5: Distribución en planta propuesta

CAPÍTULO 3: SOLUCIÓN ADOPTADA

3.1. Descripción de la solución adoptada

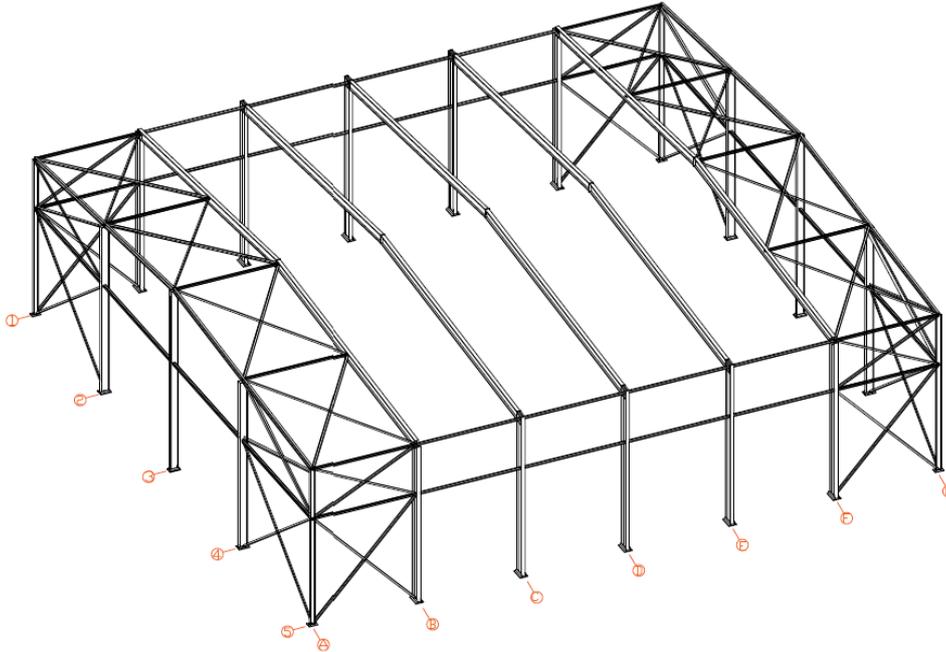


FIGURA 3.1. Estructura 3D

Para la resolución de este proyecto, se ha considerado la construcción de una nave industrial porticada a dos aguas de 31x33 m. En dicha estructura, contamos con una separación entre pórticos de 5.5m, altura de pilar de 8.9m, altura de cumbrera de 10.3m y pendiente de 5º en la cubierta.

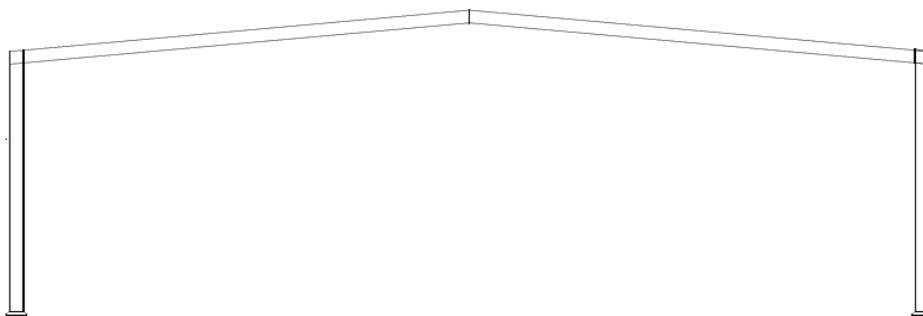


FIGURA 3.2. Pórtico a dos aguas biempotrado

La fachada frontal cuenta con un arriostramiento a base de vigas contraviento tipo Pratt con diagonal doble, que transmiten los esfuerzos a las cruces de San Andrés, colocadas en la fachada lateral y, posteriormente, a la cimentación.

También se dispone de cruces de San Andrés en la fachada frontal, que evita el pandeo de los pilares en su eje débil.

En los laterales, las cabezas de los pilares están atados con una viga perimetral para mejorar la estabilidad de los mismos.

En la cimentación se utiliza hormigón de limpieza HL-150/B/20, hormigón armado HA-25/B/20/IIIa y acero B500S para el armado, además de zapatas cuadradas o rectangulares excéntricas dependiendo de la disposición que se explicará más adelante.

3.2. Actuaciones previas

Como se ha mencionado anteriormente, al estar el terreno sin edificar previamente, los únicos procesos a efectuar serán la limpieza y desbroce del terreno y, de ser necesario, la nivelación del mismo, además de una excavación para la cimentación.

3.3. Cimentación

En este apartado, se tratarán los elementos clave de la cimentación, que son las zapatas y las vigas de atado.

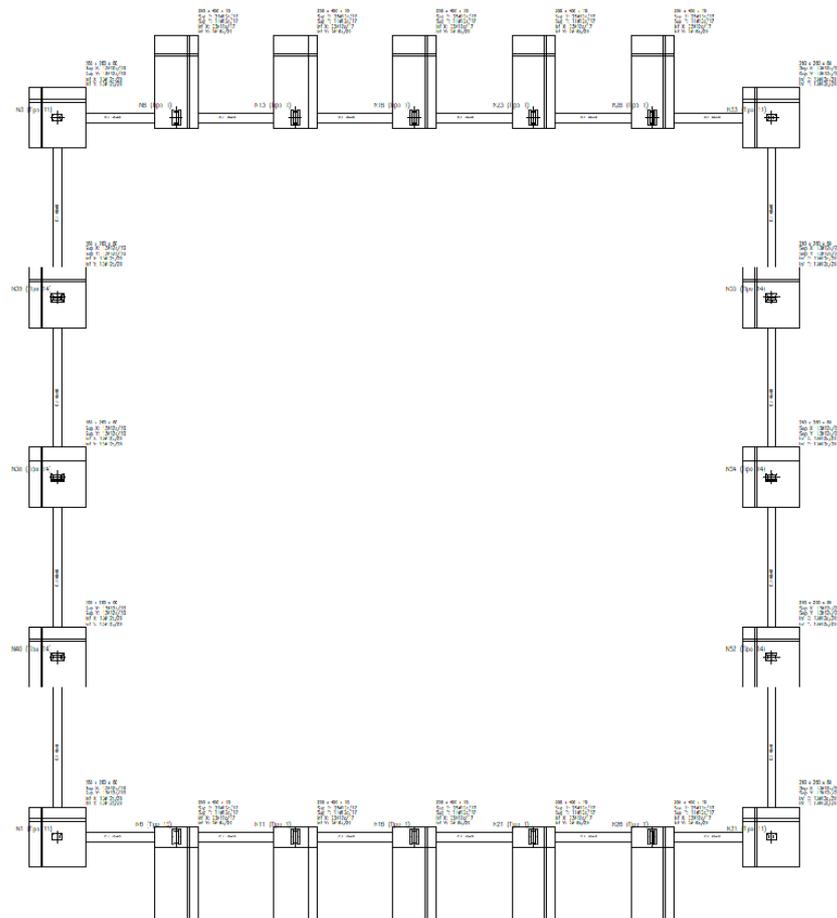


FIGURA 3.3: Cimentación.

3.3.1. Zapatas

Las zapatas son un tipo de cimentación situadas bajo los pilares de la estructura, a las que van sujetas mediante las placas de anclaje. Éstas se utilizan para transmitir al terreno las tensiones de la estructura y anclarla.

En la nave industrial del proyecto, se ha optado por dos tipos de zapatas aisladas; para los pórticos interiores se ha utilizado zapatas rectangulares excéntricas y, para el pórtico de fachada y sus pilares interiores, se ha optado por zapatas cuadradas centradas. Todas ellas se han dimensionado con la menor área posible que permitiera soportar las solicitaciones y cumplir las comprobaciones necesarias.

Previamente a su colocación, se ha dispuesto una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza HL-150/B/20.

Referencias	Geometría	Armado
N3, N33, N55, N54, N52, N31, N1, N40, N38 y N39	Zapata cuadrada Ancho: 260.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 13Ø12c/20 Sup Y: 13Ø12c/20 Inf X: 13Ø12c/20 Inf Y: 13Ø12c/20
N8, N13, N18, N23 y N28	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 45.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 355.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 400.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 23Ø12c/17 Sup Y: 11Ø12c/17 Inf X: 23Ø12c/17 Inf Y: 7Ø16c/29
N26, N21, N16, N11 y N6	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100.0 cm Ancho inicial Y: 355.0 cm Ancho final X: 100.0 cm Ancho final Y: 45.0 cm Ancho zapata X: 200.0 cm Ancho zapata Y: 400.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 23Ø12c/17 Sup Y: 11Ø12c/17 Inf X: 23Ø12c/17 Inf Y: 7Ø16c/29

Para más detalle, consultar plano anexo 3.1. *Cimentación. Planta.*

3.3.2. Vigas de atado

Las vigas de atado conectan todos los elementos aislados de la cimentación para garantizar la continuidad entre ellos. En toda la edificación, se ha utilizado una misma tipología de viga de atado, detallada a continuación.

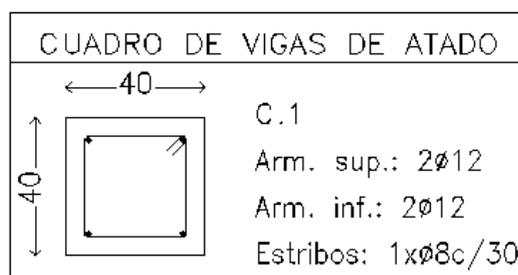


FIGURA 3.4: Dimensiones vigas de atado.

3.4. Pórticos

Se han adoptado distintas soluciones según la clasificación de los pórticos en dos tipos: pórtico interior y pórtico de fachada.

3.4.1. Pórtico interior

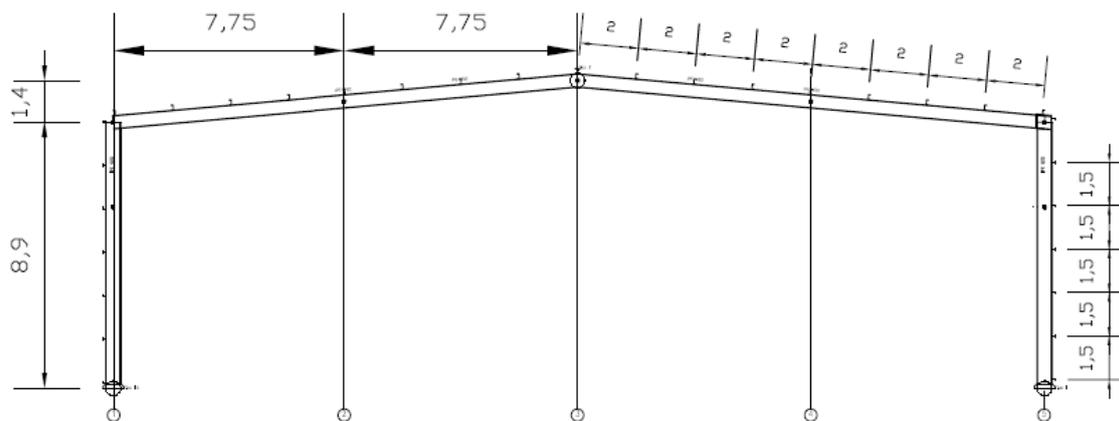


FIGURA 3.5: Pórtico interior

La nave industrial consta de un total de 5 pórticos interiores, todos ellos idénticos entre sí. Tienen una separación de 5.5 m, una luz de 31 m, una altura de cumbrera de 10.3, altura de pilar de 8.9 y 5° de pendiente en cubierta. Éstos se corresponden con las alineaciones B-C-D-E-F. (Consultar *planos anexos 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5*, correspondientes a las alineaciones de la B a la F respectivamente).

Los pórticos son rígidos a dos aguas, empotrados en su base. Se ha optado por esta solución, ya que resultan mejor que un pórtico biarticulado desde el punto de vista económico y de la estructura metálica (un pórtico biarticulado necesita menos volumen de cimentación, pero mayor dimensionamiento del perfil metálico).

Sobre las jácenas descansan las correas de cubierta, separadas 2 m entre ellas.

Los dos pilares de los que consta el pórtico tendrán un perfil IPE 500 y las jácenas serán IPE 450. Ambos, pilar y jácena, se construirán con acero S275.

3.4.2. Pórtico de fachada

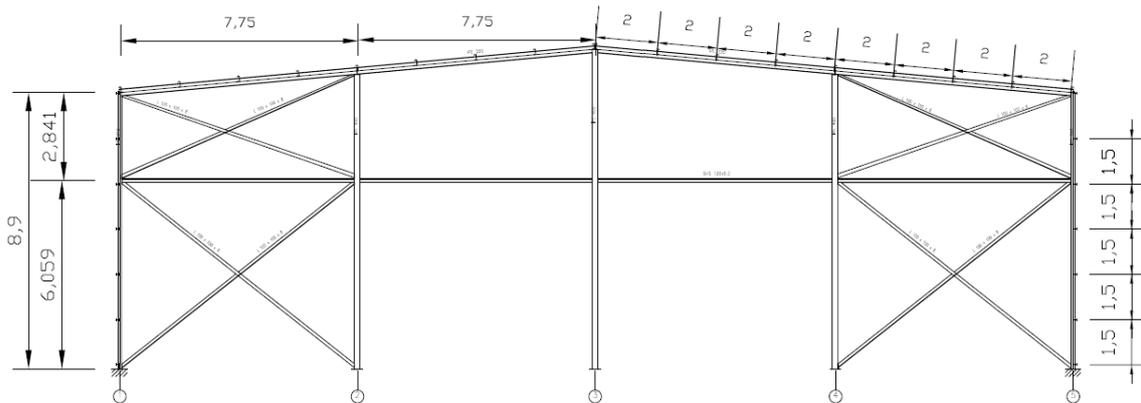


FIGURA 3.6: Pórtico de fachada

El pórtico de fachada descrito a continuación se corresponde tanto con la parte frontal como la posterior de la nave diseñada. Éstos se corresponden con las alineaciones A y G. (Consultar plano anexo 5. *Pórtico de fachada. Alineación A-G*).

Al igual que los pórticos interiores, también se tratan de pórticos rígidos a dos aguas por las ventajas anteriormente expuestas. Las dimensiones también son semejantes: dos pilares exteriores de 8.9 m, luz de 31 m, y una altura de cumbrera de 10.3.

A diferencia de los pórticos interiores, los de fachada contarán con 3 pilares interiores separados 7.75 m entre ellos, ya que el pórtico tendrá que soportar cargas aplicadas en su plano. La altura del pilar central se corresponderá con la altura de cumbrera, y todos ellos tendrán una separación en pilar inferior y superior a la altura de 6.059 m para reducir la longitud de pandeo.

Sobre las jácenas descansan las correas de cubierta, que evitarán el pandeo de éstas en el plano perpendicular a la fachada.

Además, contamos con cuatro cruces de San Andrés dispuestas entre los pilares extremos y sus pilares contiguos, con el fin de soportar las acciones del viento lateral.

Los dos pilares exteriores del pórtico tendrán un perfil IPE 240, los interiores, un IPE 400, y las jácenas, un IPE 220. Los tirantes estarán formados por un perfil en L 100x100x8 laminado en caliente, y estarán separados los inferiores de los superiores con un montante SHS 120x5 (perfil cuadrado). Todos estos elementos se construirán con acero S275.

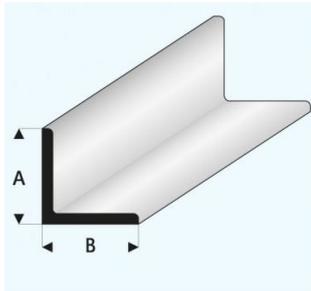


FIGURA 3.7: Perfil en L

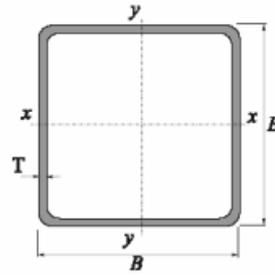


FIGURA 3.8: Perfil SHS

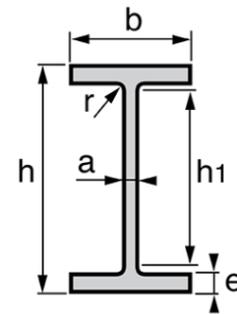


FIGURA 3.9: Perfil IPE

3.5. Fachadas laterales

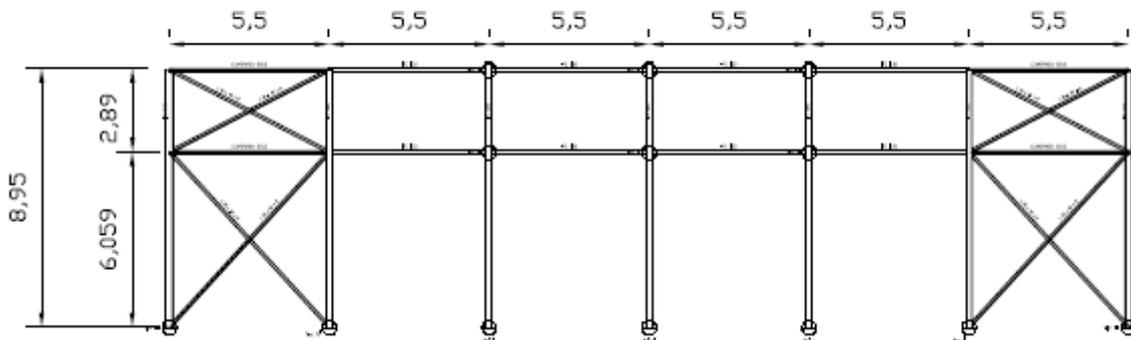


FIGURA 3.10: Fachada lateral

Éstas se corresponden con las alineaciones 1-5. (Consultar plano anexo 7. Alineación 1-5).

En la fachada lateral se distingue la importancia de dos elementos: las vigas perimetrales y las cruces de San Andrés. Éstos garantizan el arriostamiento del pórtico interior en el plano perpendicular al del pórtico, evitando el movimiento de la cabeza del pilar.

Las cruces de San Andrés se colocarán entre los pilares correspondientes a las alineaciones A-B, F-G, cuyos tirantes estarán formados por un perfil en L 90x90x8 laminado en caliente, mientras que para sus montantes se utilizará un perfil cuadrado #90x3.

Las dos vigas perimetrales que se distribuyen a lo largo de las dos fachadas laterales estarán formadas por un perfil IPE 120.

Todos estos elementos se construirán con acero S275.

3.6. Vigas contraviento

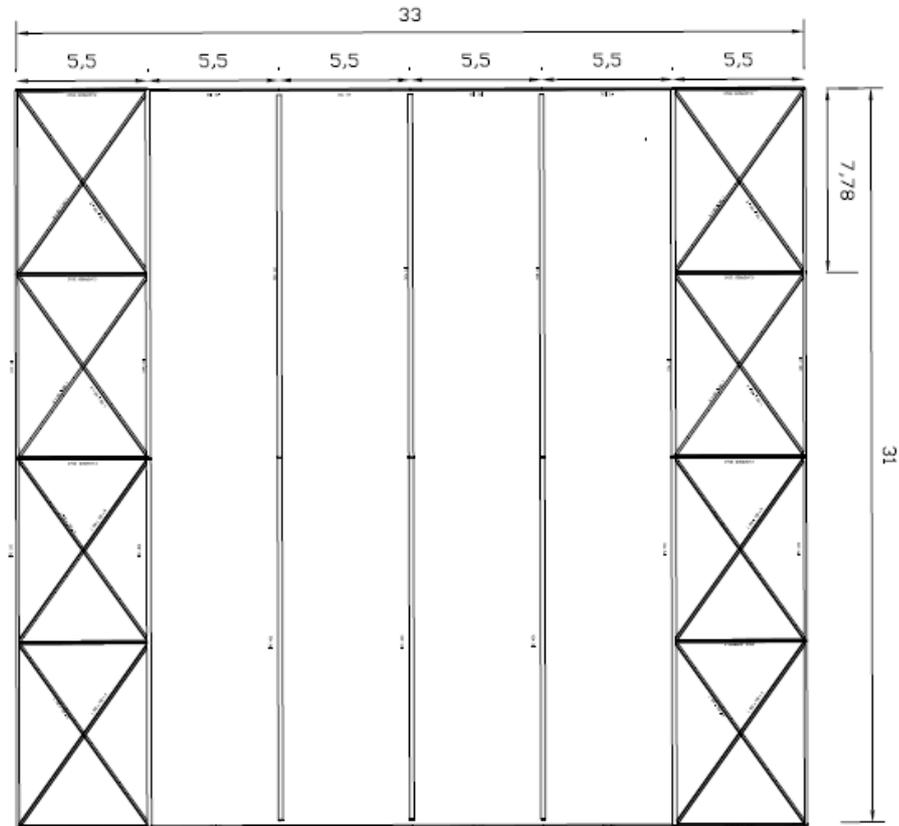


FIGURA 3.11: Cubierta en verdadera magnitud

Las vigas contravientos estarán dispuestas entre el pórtico de fachada y el inmediatamente interior. Éstas se corresponden con las alineaciones A-B-F-G. (Consultar plano anexo 8. *Cubierta* para una vista general de la distribución de dichas vigas).

Se encargarán de transmitir los esfuerzos producidos por el viento frontal a las Cruces de San Andrés laterales y, posteriormente, a la cimentación.

En este caso, se ha optado por una tipología Pratt con doble diagonal, donde, ante la carga del viento, los montantes estarán comprimidos y las diagonales traccionadas. Para las diagonales se utilizará un perfil en L 100x100x8, al igual que en los tirantes del pórtico de fachada, y para los montantes, un perfil cuadrado #90x3, ambos de acero S275.

3.7. Correas

En la nave encontraremos dos tipos de correas: las laterales y las de cubierta. Ambas soportarán la carga de los cerramientos, a parte de las posibles cargas provocadas por el viento.

Para las correas de cubierta, se optó por correas en forma de C conformados en frío, más concretamente el perfil CF-180x2.5, en contraposición de las correas con perfil en Z, ya que éstas primeras resultaban adecuadas para cubiertas de naves industriales con pendiente menor al 20%. Se distribuyó de forma continua en dos vanos iguales (3 correas de 11 m cada una a lo largo de la nave), lo que suponía una menor flecha y un mayor ahorro económico, con una separación entre ellas de 2 m a lo largo de cada faldón.

En cuanto a las correas laterales, se utilizará un perfil laminado en doble T IPE 120.

Ambas correas estarán conformadas de acero S275.

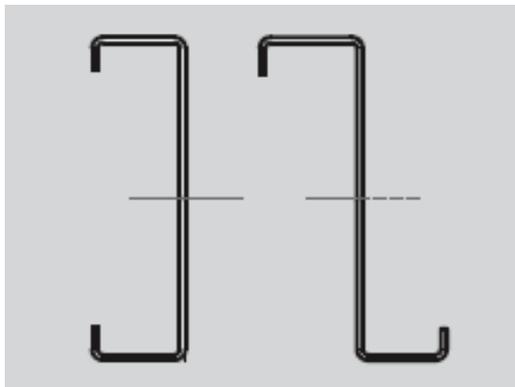


FIGURA 3.12: Correa en forma de C y de Z

3.8. Elementos constructivos

3.8.1. Solera

La solera hace referencia al revestimiento de suelo interior que sirve como separación entre el terreno y el edificio industrial. Se puede dejar a superficie vista o un revestimiento.

En este proyecto se ha comenzado primeramente extendiendo una base de pavimento de zahorra, de un espesor de 30 cm. Posteriormente, se procede al vertido de una capa de hormigón HA-25/B/20/IIa para la solera, hasta un espesor de 20 cm. Se ha tenido en cuenta los espacios necesarios para las juntas de dilatación, importantes para evitar grietas y daños en la estructura del edificio.

De esta manera, obtenemos una base sólida y segura para el desarrollo de las actividades previstas dentro de la planta industrial.

3.8.2. Cerramiento de fachada y de cubierta

A continuación, se describirá el tipo de cerramiento escogido para la nave industrial. Estos cerramientos se encargarán de proteger a la estructura de agentes externos, como pueden ser el viento o la lluvia.

Para la fachada y la cubierta se ha optado por un cerramiento a base de paneles de tipo sándwich, de 40 mm de espesor y 1100 mm de ancho en el caso del cerramiento de fachada, y de 40 mm de espesor y 100 mm de ancho en el caso del cerramiento de cubierta. Estos paneles están formados por dos chapas de acero galvanizado y un alma aislante de poliuretano de 40 kg/m³ de densidad media. Los factores determinantes para la elección de este tipo de cerramiento fueron, sobre todo, su resistencia a cargas, su impermeabilidad estanca, que contribuirá a la mayor duración de nuestra nave, el aislamiento térmico, gracias a su capa de poliuretano, y su durabilidad, que se reflejará sobre todo en el aspecto económico.

Ambos cerramientos descansan sobre las correas descritas en el apartado 3.7.

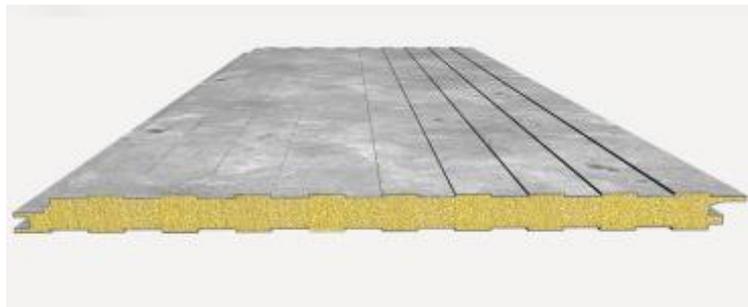


FIGURA 3.13: Panel tipo sándwich

Además, en ambos faldones de la cubierta se dispondrán 14 lucernarios a un agua revestidos con placas de polimetacrilato de metilo incoloras de 6mm de espesor, 7 lucernarios por faldón distribuidos de manera simétrica, como se puede ver en plano anexo 9.1. *Cerramientos. Cubierta*, de manera que se pueda aprovechar las horas de luz solar.



FIGURA 3.14: *Lucernario a un agua.*

En cuanto a las entradas y salidas disponibles, se ha optado por ubicar dos puertas enrollables para garaje de aluminio, uno de 400x250m y otra de 300x200m, en la fachada posterior y en la fachada lateral izquierda respectivamente. La primera puerta facilitará la carga de los palets de agua embotellada al camión de la distribuidora, mientras que la otra facilitará la descarga de materia prima en el almacén primario. Por último, se ha optado por una puerta seccional industrial de 3x3m ubicada en la fachada lateral derecha de la nave, permitiendo un mejor acceso a los trabajadores a la zona de trabajo.

Para más detalles, consultar el plano anexo 9.2. *Cerramientos. Fachada.*

3.9. Resumen del presupuesto.

Presupuesto de ejecución material (PEM)

	Importe (€)
1. Acondicionamiento del terreno	95.430,20
2. Cimentaciones	16.896,11
3. Estructuras	102.844,31
4. Cerramientos	173.254,23
Total	388.424,85



Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)

PEM	388.424,85
Gastos generales (13%)	50.495,23
Beneficio Industrial (6%)	23.305,49
Total	462.225,57

Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC)

PEC	462.225,57
IVA (21%)	97.067,37
Total	559.292,94

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Para tener una idea de la rentabilidad del proyecto, si se tiene en cuenta los costes de cimentación, de la estructura y de los cerramientos en función de los metros cuadrados de nave construida, obtenemos un índice de coste de construcción de 286,4 €/m² de nave.

PROYECTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL de 31x33 M
SITUADO EN QUART DE POBLET



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

ANEXO DE CÁLCULO



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	- 37 -
1.1 RESUMEN.....	- 37 -
1.2. NORMATIVA CONSIDERADA.....	- 37 -
1.3. ACCIONES EN LA ESTRUCTURA.....	- 37 -
1.3.1. PESO PROPIO.....	- 38 -
1.3.2. SOBRECARGA DE USO.....	- 38 -
1.3.3. VIENTO.....	- 38 -
1.3.4. NIEVE.....	- 39 -
1.4. ESTADOS LÍMITES.....	- 39 -
1.4.1. SITUACIONES DEL PROYECTO.....	- 39 -
CAPÍTULO 2: CÁLCULOS.....	- 43 -
2.1. PÓRTICO DE FACHADA.....	- 43 -
2.1.1. PILAR.....	- 43 -
2.1.1.1. PILAR EXTERIOR.....	- 43 -
2.1.1.2. PILAR INTERIOR.....	- 45 -
2.1.2. JÁCENA.....	- 46 -
2.2. PÓRTICO INTERIOR.....	- 47 -
2.2.1. PILAR.....	- 47 -
2.2.2. JÁCENA.....	- 49 -
2.3. ARRIOSTRAMIENTO.....	- 50 -
2.3.1. FRONTAL Y DE CUBIERTA.....	- 50 -
2.3.2. LATERAL.....	- 52 -
2.4. VIGA PERIMETRAL.....	- 54 -
2.5. CORREAS.....	- 56 -
2.5.1. CORREAS DE CUBIERTA.....	- 56 -
2.5.2. CORREAS LATERALES.....	- 58 -
2.6. ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO.....	- 60 -
2.6.1. VIGAS DE ATADO.....	- 60 -
2.6.2. ZAPATAS DE ESQUINA Y FRONTALES.....	- 61 -
2.6.3. ZAPATAS LATERALES.....	- 63 -

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1 Resumen

En este documento se presentan las tablas de comprobación mediante las cuales se garantiza el cumplimiento de la normativa de los diferentes elementos que componen la nave industrial. Estas tablas se han obtenido con ayuda del programa CYPE.

1.2. Normativa considerada

Para el diseño de la nave se ha tenido en cuenta la siguiente normativa, vigente para el año 2019:

- Real Decreto (R.D.) 314/2006 del 17 de marzo, aprobación del Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE).
- Documento básico de Seguridad Estructural de Acciones de la Edificación (DB-SE-AE).
- R.D. 751/2011 del 27 de mayo, aprobación de la Instrucción de Acero Estructural. (EAE).
- R.D. 1247/2008 del 18 de julio, aprobación de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
- R.D. 956/2008 del 6 de junio, instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Normativa correspondiente al Plan General de Ordenación Urbana de Quart de Poblet.

1.3. Acciones en la estructura

A continuación, se presentan las acciones actuantes sobre la estructura, que están recogidas en el documento básico DB SE-AE de Acciones en la Edificación. Este documento estipula las cargas que deben aplicarse a las estructuras y cómo, de manera que se pueda verificar el cumplimiento de seguridad estructural de las mismas.



FIGURA 1.1. Clasificación de acciones [2]

1.3.1. Peso propio

El peso propio es una acción de tipo permanente (G) y engloba el peso de los elementos estructurales (pilares, vigas...) y los elementos constructivos (forjados, cubiertas, cerramientos...). Con el cerramiento escogido, formado por panel tipo sándwich sobre correas, se ha considerado un peso por unidad de superficie en el cerramiento de cubierta y lateral de 0.15 kN/m^2 .

1.3.2. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es una acción de tipo variable (Q) que hace referencia al peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de uso.

En el proyecto se considera una sobrecarga de uso de valor $0,4 \text{ kN/m}^2$, que se corresponde a la clase G1. Cubiertas ligeras sobre correas accesibles únicamente para su conservación. Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede 1 kN/m^2 .

1.3.3. Viento.

La acción del viento sobre la estructura también es de tipo variable y se comprobará la misma en todas las direcciones del edificio (viento lateral y frontal).

La acción del viento es una fuerza perpendicular a la superficie sobre la que actúa y puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$q_e(z) = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_p$$

Donde:

q_b es la presión dinámica del viento que varía en función de la localización de la obra

c_e es el coeficiente de exposición que varía con la altura (z) sobre el terreno del punto considerado y del grado de aspereza (g) donde se encuentra ubicada la construcción.

c_p es el coeficiente eólico o de presión que depende de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

Los datos particulares para nuestra obra son los siguientes:

- Zona eólica A, donde la velocidad básica del viento es 26 m/s .
- Grado de aspereza IV, correspondiente a una zona urbana, industrial o forestal.
- Nave de 33 m de profundidad, sin huecos y con un período de servicio previsto de 50 años.

Con los datos proporcionados y unas tablas recogidas en el CTE DB SE-AE, se pueden calcular distintas combinaciones para encontrar la más desfavorable.

1.3.4. Nieve

La acción de la nieve sobre la estructura también es de tipo variable y engloba el depósito natural de la nieve sobre la cubierta. Éste depende de distintos factores como son el clima del lugar, el tipo de precipitación o la inclinación de la cubierta. Se puede cuantificar el valor de la carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal con la siguiente fórmula:

$$q_n = \mu(\alpha) \cdot s_k (H, ZC)$$

Donde:

- μ es el coeficiente de forma de la cubierta
- s_k es el valor característico de la carga de nieve

Teniendo en cuenta que nos encontramos en la zona 5, donde la altitud topográfica es de 40 m sobre el nivel del mar, que la exposición al viento es de tipo normal, y que la inclinación de nuestra cubierta es menor a 30º, se procede a calcular la acción de la nieve teniendo en cuenta las 3 posibles distribuciones: distribución simétrica en ambos faldones, distribución asimétrica, con carga en el faldón izquierdo, y distribución asimétrica, con carga en el faldón derecho.

1.4. 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

1.4.1. Situaciones del proyecto

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

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- 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
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\Psi_{a,i}$ 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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	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

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	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 (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	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

CAPÍTULO 2: CÁLCULOS.

2.1. Pórtico de fachada

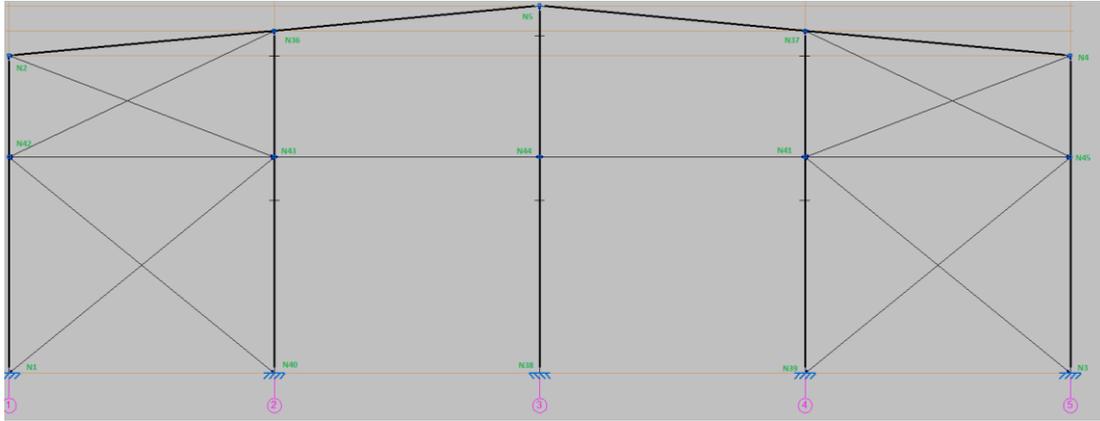


FIGURA 2.1. Pórtico de fachada

2.1.1. Pilar

2.1.1.1. Pilar exterior

Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.}	Lb _{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N3/N45	N3/N4	IPE 240 (IPE)	6.059	0.70	0.70	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N3/N4	3.408	19.45	3.408	1.94	3.030	27.55	3.408	3.08
	3.408	L/331.5	3.408	L/(>1000)	3.408	L/331.8	3.408	L/(>1000)

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N3/N45	81.05	0.000	0.860	1.219	-1.091	0.000	-1.344	1.312	GV	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	Nt	Nc	My	Mz	Vz	Vy	MyVz	MzVy	NMyMz	NMyMzVyVz	Mt	MtVy		MtVz
N3/N45	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.059 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 25.0$	x: 0 m $\eta = 18.8$	x: 0 m $\eta = 66.5$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 81.0$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 81.0$
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida Nt: Resistencia a tracción Nc: Resistencia a compresión My: Resistencia a flexión eje Y Mz: Resistencia a flexión eje Z Vz: Resistencia a corte Z Vy: Resistencia a corte Y MyVz: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados MzVy: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NMyMz: Resistencia a flexión y axil combinados NMyMzVyVz: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados Mt: Resistencia a torsión MtVy: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados MtVz: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

2.1.1.2. Pilar interior

Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.}	Lb ^{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N38/N44	N38/N5	IPE 400 (IPE)	6.059	0.70	1.19	-	-
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb^{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb^{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N38/N5	5.680	11.39	5.302	10.15	5.680	22.78	5.680	15.87
	5.680	L/904.5	5.302	L(>1000)	5.680	L/904.5	5.302	L(>1000)

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N38/N44	41.92	0.000	-2.336	0.061	4.954	0.000	13.613	0.114	GV	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	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	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N38/N44	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.059 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 4.8$	x: 0 m $\eta = 39.0$	x: 6.059 m $\eta = 10.2$	x: 0 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 41.9$
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

2.1.2. Jácena

Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil (Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	$L_{bSup.}$	$L_{bInf.}$
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N37/N5	N4/N5	IPE 220 (IPE)	7.782	0.00	1.00	2.000	7.782
<p>Notación:</p> <p>Ni: Nudo inicial Nf: 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</p>									

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N4/N5	3.113	7.03	3.502	9.72	3.113	12.13	3.502	17.93
	3.113	L/(>1000)	3.502	L/800.4	3.113	L/(>1000)	3.502	L/806.0

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N37/N5	81.48	0.000	0.882	0.000	-1.069	0.000	-1.654	0.001	G	Cumple

2.2. Pórtico interior

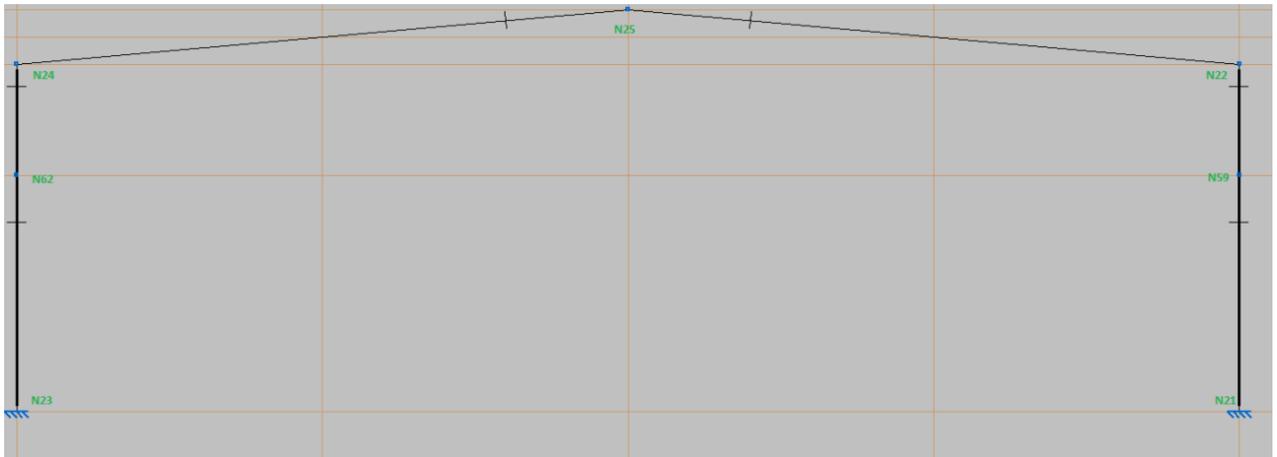


FIGURA 2.2. Pórtico interior

2.2.1. Pilar

Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	L _{bSup.}	L _{bInf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N23/N62	N23/N24	IPE 500 (IPE)	6.059	0.70	1.40	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: 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

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N23/N2 4	8.900	2.26	8.900	32.42	8.900	4.36	8.900	51.80
	8.900	L/(>1000)	8.900	L/274.6	8.900	L/(>1000)	8.900	L/275.6

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N23/N62	44.73	0.000	-10.752	0.000	6.780	0.000	24.158	0.001	G	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	Nt	Nc	My	Mz	Vz	Vy	M _v Vz	M _z Vy	NM _y Mz	NM _y MzV _y Vz	M _t	M _t Vz		M _t Vy
N13/N64	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 6.059 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 41.2$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 7.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 44.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 44.7$
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_vV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

2.2.2. Jácena

Descripción

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	N24/N25	N24/N25	IPE 450 (IPE)	15.563	0.00	1.99	-	-
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N24/N25	6.225	0.00	10.116	33.31	6.225	0.00	9.338	45.66
	-	L/(>1000)	10.894	L/420.9	-	L/(>1000)	10.894	L/421.6

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N24/N25	90.52	0.000	-7.507	0.000	-7.743	0.000	-36.181	0.000	G	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	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	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N24/N25	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$x: 15.563 \text{ m}$ $\eta = 2.1$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 12.0$	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 79.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 9.9$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 0 \text{ m}$ $\eta = 90.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 90.5$
<p><i>Notación:</i> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_Y: Resistencia a flexión eje Y M_Z: Resistencia a flexión eje Z V_Z: Resistencia a corte Z V_Y: Resistencia a corte Y $M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

2.3 Arriostramiento

2.3.1. Frontal y de cubierta

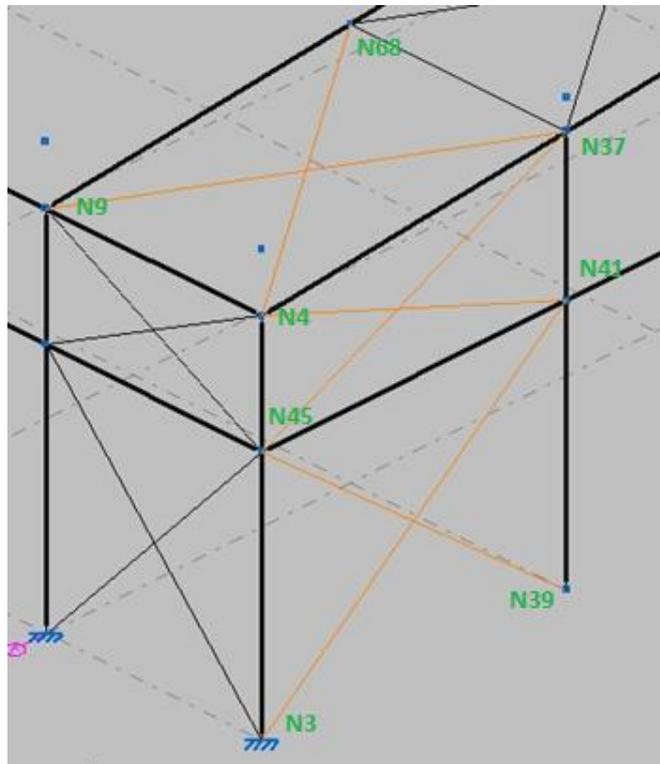


FIGURA 2.3. Arriostramientos frontal y de cubierta



Descripción

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	N3/N41	N3/N41	L 100 x 100 x 8 (L)	9.837	0.00	0.00	-	-
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N4 1	7.378	0.00	9.223	0.00	7.378	0.00	9.223	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N3/N41	5.27	0.000	2.179	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)											Estado			
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$		M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$
N3/N41	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 5.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 5.3$
<p><i>Notación:</i> $\bar{\lambda}$: 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 V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p><i>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</i> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽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⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

2.3.2. Lateral

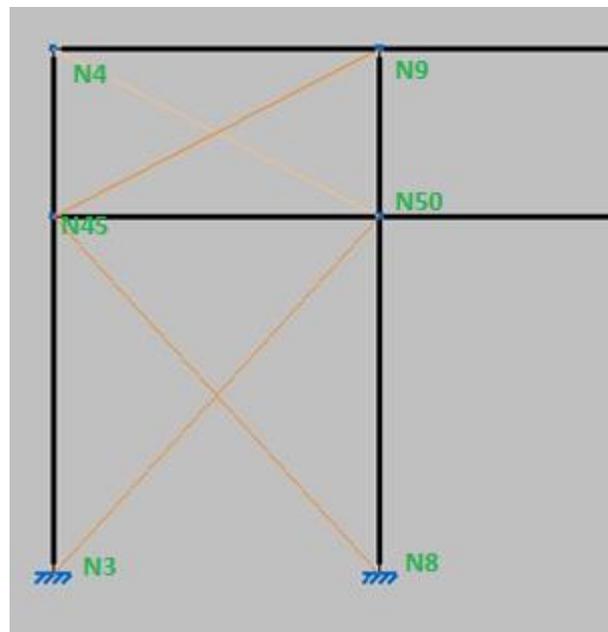


FIGURA 2.4. Arriostramiento lateral

Descripción

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	N3/N50	N3/N50	L 90 x 90 x 8 (L)	8.183	0.00	0.00	-	-
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

Flechas

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N3/N50	6.137	0.00	6.649	0.00	6.137	0.00	6.649	0.00
0	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Resistencia

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	V _y (t)	V _z (t)	M _t (t·m)	M _y (t·m)	M _z (t·m)		
N3/N50	16.24	0.000	6.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N3/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 16.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 16.2$
<p>Notación: $\bar{\lambda}$: 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 V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽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⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

2.4. Viga perimetral

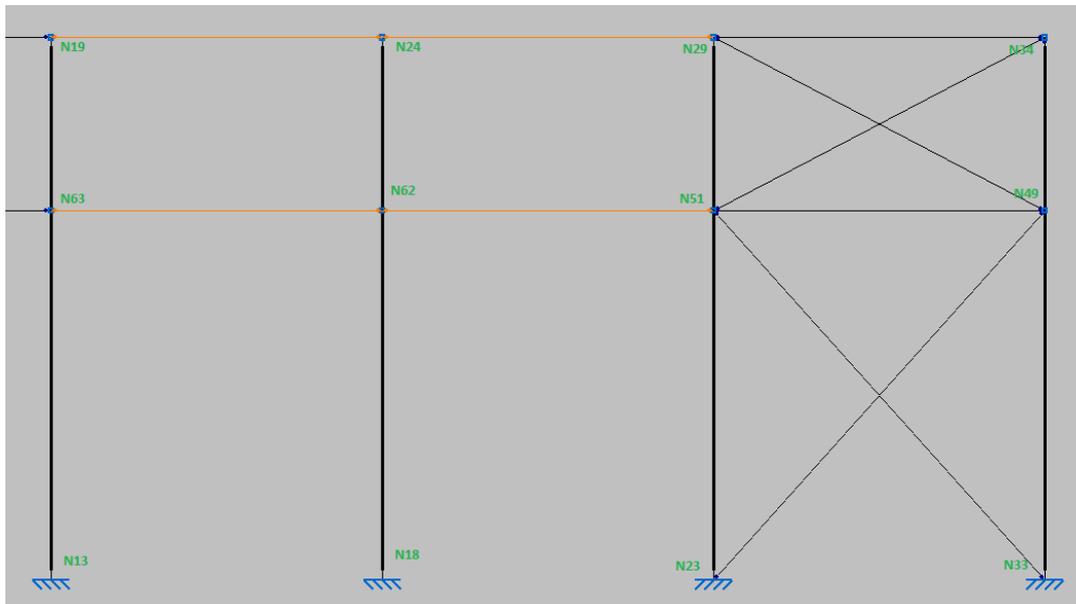


FIGURA 2.5. Viga perimetral

Descripción

Descripción									
Material		Barra	Pieza	Perfil(Serie)	Longitud	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.}	Lb ^{Inf.}
Tipo	Designación	(Ni/Nf)	(Ni/Nf)		(m)			(m)	(m)
Acero laminado	S275	N19/N24	N19/N24	IPE 120 (IPE)	5.500	0.00	0.00	-	-
<p><i>Notación:</i> <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i> <i>β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'</i> <i>β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'</i> <i>Lb^{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior</i> <i>Lb^{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior</i></p>									

Flechas

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N19/N24	1.719	0.00	2.750	1.82	2.750	0.00	0.000	0.00	
	-	L/(>1000)	2.750	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

Resistencia

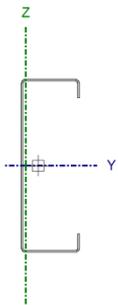
Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N19/N24	11.97	2.750	3.069	0.000	0.000	0.000	0.053	0.000	GV	Cumple

Comprobaciones ELU (Resumido)

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N19/N24	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.344 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 8.7$	$\eta = 2.3$	x: 2.75 m $\eta = 3.3$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.75 m $\eta = 12.0$	x: 0.344 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 12.0$
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

2.5. Correas

2.5.1. Correa de cubierta

	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)
	0.996, 5.500, 8.990	0.996, 0.000, 8.990	5.500	8.09	389.13	38.40	0.17	-12.45	0.00
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p>									
	Pandeo		Pandeo lateral						
	Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.		
	β	0.00	1.00		0.00		0.00		
	L_k	0.000	5.500		0.000		0.000		
	C_1	-		1.000					
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>									

Comprobación de resistencia

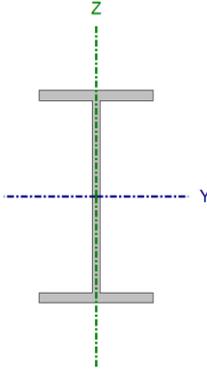
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 94.85 %

Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 96.48 %

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 0 m η = 94.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m η = 18.7	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 94.8
<p>Notación:</p> <p>b / t: Relación anchura / espesor</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión. Eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión. Eje Z</p> <p>M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión</p> <p>N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión</p> <p>NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión</p> <p>M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>														

2.5.2. Correas laterales

Perfil: IPE 120							
Material: S275							
	Nudos		Longitud d (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
	0.000, 33.000, 0.750	0.000, 27.500, 0.750	5.500	13.20	318.00	27.70	1.74
	<p><i>Notas:</i></p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>						
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
b	0.00	1.00	0.00	0.00			
L_K	0.000	5.500	0.000	0.000			
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C_1	-		1.000				
<p><i>Notación:</i></p> <p>b: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>							

Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 33.12 %

Comprobación de flecha

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 72.82 %

Barra	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.917 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 5.5 m $\eta = 33.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 5.5 m $\eta = 6.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.917 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE $\eta = 33.1$
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>$M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>$M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axial combinados</p> <p>$N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axial y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>$M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>$M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>																

2.6. Zapatas y vigas de atado

2.6.1. Vigas de atado

Referencia: C.1 [N26-N21] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
-Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
-Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

2.6.2. Zapatas de esquina y frontales

Referencia: N3		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0221706 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0191295 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0314901 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 95.4 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 96.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -26.19 kN·m	Cumple
-En dirección Y:	Momento: -23.40 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 25.02 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 22.66 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 90.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: -N3:	Mínimo: 40 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple



Referencia: N3 Dimensiones: 260 x 260 x 60 Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0002	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
-Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
-Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 62 cm	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 260 x 260 x 60		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 63 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 56 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 56 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 62 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 63 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 56 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 56 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.6.3. Zapatas laterales

Referencia: N8		
Dimensiones: 200 x 400 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
-Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0319806 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0508158 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0666099 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
-En dirección X:	Reserva seguridad: 219.1 %	Cumple
-En dirección Y:	Reserva seguridad: 1.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
-En dirección X:	Momento: -20.44 kN·m	Cumple



Referencia: N8		
Dimensiones: 200 x 400 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
-En dirección Y:	Momento: 243.79 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
-En dirección X:	Cortante: 13.34 kN	Cumple
-En dirección Y:	Cortante: 107.22 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
-Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 82.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
-N8:	Mínimo: 49 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.001	Cumple
-Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
-Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
-Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
-Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 17 cm	Cumple



Referencia: N8		
Dimensiones: 200 x 400 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>		
	Mínimo: 10 cm	
-Armado inferior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
-Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
-Armado superior dirección X:	Calculado: 17 cm	Cumple
-Armado superior dirección Y:	Calculado: 17 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
-Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 31 cm Calculado: 276 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 20 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 275 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple



Referencia: N8		
Dimensiones: 200 x 400 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima de las patillas:		
-Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
-Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

PROYECTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL de 31x33 M
SITUADO EN QUART DE POBLET



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

MEDICIÓN Y PRESUPUESTO



ÍNDICE

CAPÍTULO 1: MEDICIÓN.	- 71 -
1.1. MEDICIÓN DE LA ESTRUCTURA.	- 71 -
1.2. MEDICIÓN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE.	- 72 -
1.3. MEDICIÓN DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN AISLADO (ZAPATAS).	- 72 -
1.4. MEDICIÓN DE VIGAS DE ATADO.	- 72 -
1.5. MEDICIÓN DE CORREAS.	- 73 -
CAPÍTULO 2: PRESUPUESTO.	- 74 -
2.1. PRESUPUESTO PARCIAL.	- 74 -
2.2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.	- 78 -

CAPÍTULO 1: MEDICIÓN.

A continuación, se detalla de manera resumida la medición de los materiales empleados para la construcción de la nave industrial. Los datos expuestos se han obtenido en su mayoría gracias al programa CYPE.

1.1. Medición de la estructura

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
Acero laminado	S275	IPE	IPE 220	62.252			0.208			1632.20			
			IPE 500	89.000			1.032			8104.34			
			IPE 450	155.631			1.538			12070.43			
			IPE 120	88.000			0.116			911.86			
			IPE 240	35.600			0.139			1092.69			
			IPE 400	59.000			0.499			3913.62			
						489.483		3.532			27725.12		
				L	L 100 x 100 x 8	231.164			0.358		2812.68		
					L 90 x 90 x 8	114.987			0.160		1254.68		
							346.151		0.518		4067.37		
				Hot Finished SHS	SHS 120x5.0	62.000			0.139		1087.34		
							62.000			0.139		1087.34	
				CUADRADOS	CUADRADO 90x3	77.000			0.079		621.49		
					77.000			0.079		621.49			
						974.634		4.268			33501.32		

1.2. Medición de las placas de anclaje

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	300x450x18	76.30
		6	350x550x20	181.34
		10	400x700x25	549.50
	Rigidizadores pasantes	12	550/400x100/20x5	23.08
		20	700/500x150/55x7	104.95
	Rigidizadores no pasantes	8	105/0x100/0x6	1.98
	Total			
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 16 - L = 454 + 155	15.39
		48	Ø 20 - L = 510 + 194	83.37
		80	Ø 25 - L = 570 + 243	250.56
	Total			

1.3. Medición de elementos de cimentación aislado (zapatas)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N33, N55, N54, N52, N31, N1, N40, N38 y N39	10x123.90		1239.00	10x4.06	10x0.68
Referencias: N8, N13, N18, N23 y N28	5x127.02	5x50.31	886.65	5x5.60	5x0.80
Referencias: N26, N21, N16, N11 y N6	5x127.02	5x50.31	886.65	5x5.60	5x0.80
Totales	2509.20	503.10	3012.30	96.56	14.76

1.4. Medición de vigas de atado

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C [N3-N8] y C [N6-N1]	2x6.93	2x19.95	53.76	2x0.51	2x0.13
Referencias: C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N28-N33], C [N31-N26], C [N21-N16], C [N16-N11] y C [N11-N6]	8x7.50	8x21.52	232.16	8x0.56	8x0.14
Referencias: C [N23-N28] y C [N26-N21]	2x7.50	2x23.08	61.16	2x0.56	2x0.14
Referencias: C [N33-N55] y C [N3-N39]	2x10.96	2x32.08	86.08	2x0.82	2x0.21
Referencias: C [N55-N54], C [N54-N52], C [N39-N38] y C [N38-N40]	4x10.96	4x30.32	165.12	4x0.82	4x0.21
Referencias: C [N52-N31] y C [N40-N1]	2x10.96	2x28.56	79.04	2x0.82	2x0.21
Totales	176.54	500.78	677.32	13.22	3.30



1.5. Medición de correas

Medición de correas			
Tipo de correas	Longitud de correa (m)	Peso lineal (kg/m)	Peso total (kg)
Correas de cubierta	33	114.24	3769.92
Correas laterales	33	145.07	4787.31

CAPÍTULO 2: PRESUPUESTO.

2.1 Presupuesto parcial

Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, 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.			
			Total m ² :	2.518,130	1,80 4.532,63
1.2	M ³	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión.			
			Total m ³ :	127,840	24,76 3.165,32
1.3	M ³	Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.			
			Total m ³ :	127,840	4,22 539,48
1.4	M ²	Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologa			
			Total m ² :	2.518,130	29,89 75.266,91
1.5	M ³	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.			
			Total m ³ :	503,626	23,68 11.925,86
Total Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno :					95.430,20

Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	M ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.			
			Total m ² :	180,400	7,75 1.398,10
2.2	M ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 43,9 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.			
			Total m ³ :	96,560	140,46 13.562,82
2.3	M ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 54,1 kg/m ³ . Incluso alambre de atar y separadores.			
			Total m ³ :	13,080	147,95 1.935,19
Total Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones :					16.896,11

Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie CUADRADOS, con uniones soldadas en obra.			
			Total kg :	621,460	2,26 1.404,50
3.2	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Hot Finished SHS, con uniones soldadas en obra.			
			Total kg :	1.087,350	2,26 2.457,41

3.3	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.	Total kg :	27.725,020	2,26	62.658,55
3.4	Kg	Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.	Total kg :	4.134,184	2,26	9.343,26
3.5	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x650 mm y espesor 22 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 83,481 cm de longitud total, soldados.	Total Ud :	6,000	303,60	1.821,60
3.6	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 250x400 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 14 mm de diámetro y 72,0973 cm de longitud total, soldados.	Total Ud :	4,000	48,83	195,32
3.7	Ud	Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 400x700 mm y espesor 25 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 113,781 cm de longitud total, soldados.	Total Ud :	10,000	237,14	2.371,40
3.8	Kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado y colocado en obra con tornillos.	Total kg :	3.769,920	2,78	10.480,38
3.9	Kg	Acero S275JR en correas metálicas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante y colocado en obra con soldadura.	Total kg :	4.787,310	2,53	12.111,89
Total Presupuesto parcial nº 3 Estructuras :						102.844,31

Presupuesto parcial nº 4 Cerramientos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	M ²	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 40 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.			
			Total m ² :	1.157,600	46,97 54.372,47
4.2	M ²	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 40 mm de espesor y 1000 mm de ancho, alma aislante de poliuretano, con una pendiente mayor del 10%.			
			Total m ² :	354,960	27,33 9.701,06
4.3	M ²	Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas de polimetacrilato de metilo incoloras de 6 mm de espesor.			
			Total m ² :	336,000	295,21 99.190,56
4.4	Ud	Puerta enrollable para garaje, formada por lamas de chapa lisa de aluminio extrusionado, 400x250 cm, con acabado prelacado de color blanco, apertura automática.			
			Total Ud :	1,000	3.558,78 3.558,78
4.5	Ud	Puerta enrollable para garaje, formada por lamas de chapa lisa de aluminio extrusionado, 300x200 cm, con acabado prelacado de color blanco, apertura automática.			
			Total Ud :	1,000	2.905,05 2.905,05
4.6	Ud	Puerta seccional industrial, de 3x3 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).			
			Total Ud :	1,000	3.526,31 3.526,31
Total Presupuesto parcial nº 4 Cerramientos :					173.254,23



2.2 Resumen del presupuesto

1 Acondicionamiento del terreno

1.1 Movimiento de tierra .	8.237,43
1.2 Relleno .	87.192,77
Total 1 Acondicionamiento del terreno	95.430,20

2 Cimentaciones

2.1 Regularización .	1.398,10
2.2 Superficiales .	13.562,82
2.3 Arriostramientos .	1.935,19
Total 2 Cimentaciones	16.896,11

3 Estructuras

3.1 Acero .	102.844,31
Total 3 Estructuras	102.844,31

4 Cerramientos . **173.254,23**

Presupuesto de ejecución material (PEM)	388.424,85
13% de gastos generales	50.495,23
6% de beneficio industrial	23.305,49
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	462.225,57
21% IVA	97.067,37
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	559.292,94

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de **QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS**

BIBLIOGRAFÍA

Principalmente, se ha utilizado la normativa descrita en el apartado 1.2. *Normativa de Cálculo* del Anexo de cálculo, además de las siguientes fuentes.

[1] Bryan Salazar López. (2016). MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN Y REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA. 2019, de ingenieriaindustrialweb.com Sitio web:
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/dise%C3%B1o-y-distribuci%C3%B3n-en-planta/m%C3%A9todos-de-distribuci%C3%B3n-y-redistribuci%C3%B3n-en-planta/>

[2] “Apuntes de la Asignatura de Tecnología de la Construcción” de la ETSII UPV.

Gonzalo Galván. (2017). El proceso de construcción de una nave industrial paso a paso. 2019, de El blog ACH Sitio web: <http://www.panelesach.com/blog/proceso-de-construccion-de-una-nave-industrial/>

Wikipedia. (2006). Red de carreteras de la Comunidad Valenciana. 2019, de Wikipedia Sitio web: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Red_de_Carreteras_de_la_Comunidad_Valenciana

Deformac. (2017). ¿Qué debemos tener en cuenta en la elección de una cubierta? 2019, de Deformac Sitio web: <http://panel-sandwich.net/que-debemos-tener-en-cuenta-en-la-eleccion-de-una-cubierta/>

PROYECTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL de 31x33 M
SITUADO EN QUART DE POBLET



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

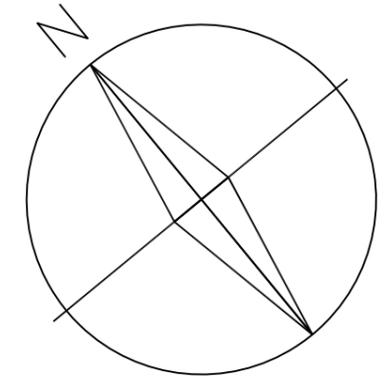
ANEXO: PLANOS



ÍNDICE

1. SITUACIÓN
2. REPLANTEO
- 3.1. CIMENTACIÓN. PLANTA
- 3.2. CIMENTACIÓN. ZAPATA Y CORREAS
- 3.3. CIMENTACIÓN. CORREAS Y PERNOS
4. NAVE 3D
5. PÓRTICO DE FACHADA. ALINEACIÓN A-G
- 6.1. ALINEACIÓN B
- 6.2. ALINEACIÓN C
- 6.3. ALINEACIÓN D
- 6.4. ALINEACIÓN E
- 6.5. ALINEACIÓN F
7. ALINEACIÓN 1-5
8. CUBIERTA
- 9.1. CERRAMIENTOS. CUBIERTA
- 9.2. CERRAMIENTOS. FACHADA

Avinguda del Mediterrani



Parcela

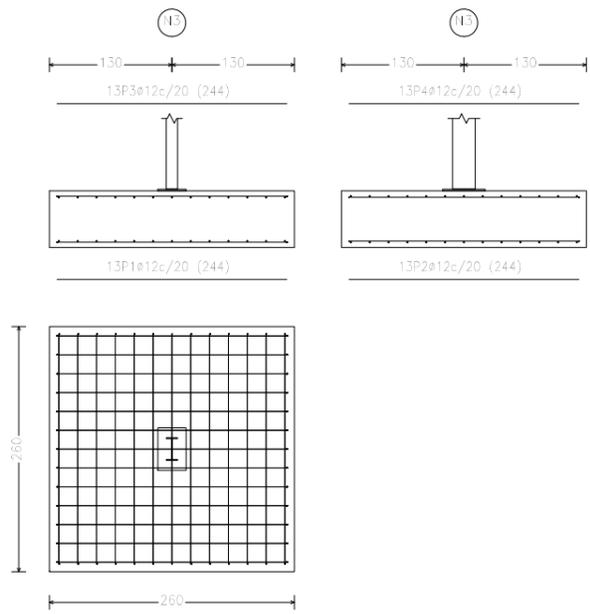
7,56



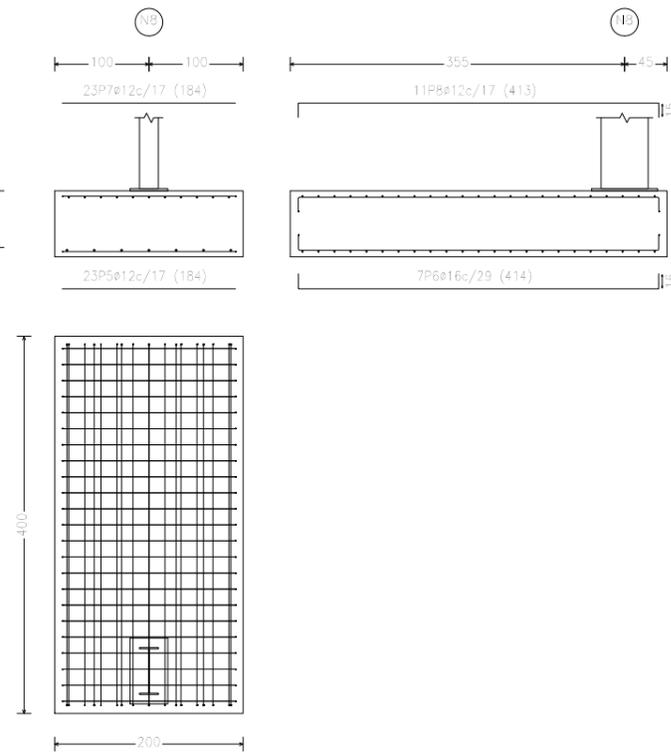
Autovía del Este A-3

Carrer Jaume Sanmartin

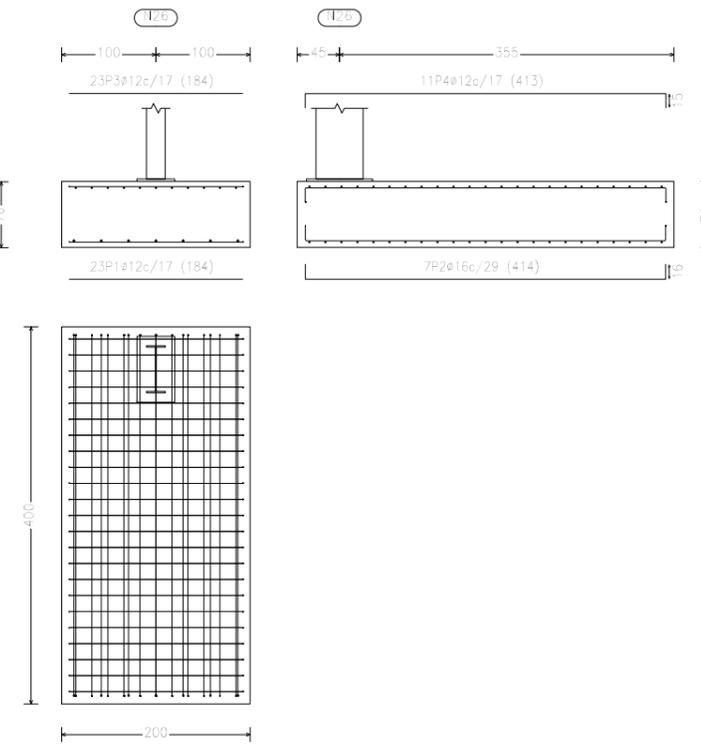
N3, N33, N55, N54, N52, N31, N1, N40, N38 y N39



N8, N13, N18, N23 y N28



N26, N21, N16, N11 y N6

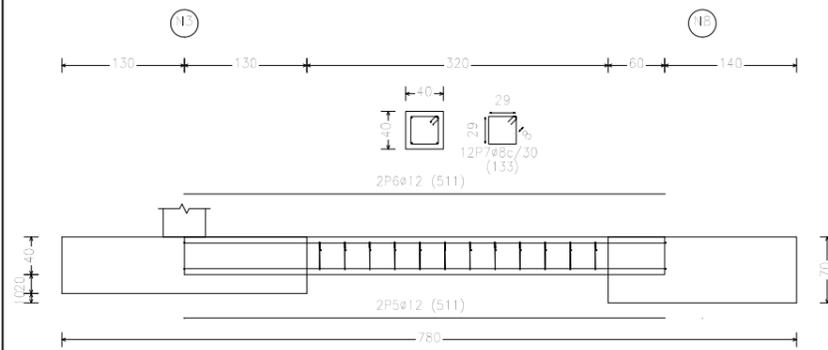


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S _y =1,15 (kg)
C [N3-N33]-C [N55-N54]	1	ø12	13	244	3172	38,9
	2	ø12	13	244	3172	38,2
	3	ø12	13	244	3172	38,2
	4	ø12	13	244	3172	38,2
Total					12688	153,5
C [N13-N18]-C [N23-N28]	5	ø12	23	184	4232	52,6
	6	ø10	7	414	2898	45,7
	7	ø12	23	184	4232	52,6
	8	ø12	11	413	4543	56,9
Total					15895	197,8
e12					1876,2	23,0
e16					251,0	3,1
Total					16272,2	203,9

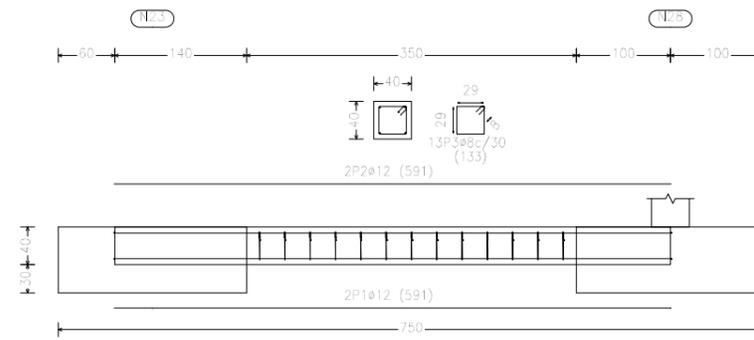
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S _y =1,15 (kg)
C [N31-N38]-C [N39-N40]	1	ø12	23	184	4232	52,6
	2	ø10	7	414	2898	45,7
	3	ø12	23	184	4232	52,6
	4	ø12	11	413	4543	56,9
Total					15895	197,8
C [N11-N16]-C [N16-N11]	5	ø12	2	511	1022	12,8
	6	ø12	2	511	1022	12,8
	7	ø8	12	133	1596	19,9
Total					3640	45,5
C [N6-N11]-C [N11-N6]	8	ø12	2	511	1022	12,8
	9	ø12	2	551	1102	13,8
	10	ø8	12	133	1596	19,9
Total					3720	46,5
e8					71,2	0,9
e12					848,3	10,6
e16					251,0	3,1
Total					4870,5	61,2

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S _y =1,15 (kg)
C [N21-N26]-C [N26-N21]	1	ø12	2	591	1182	14,8
	2	ø12	2	591	1182	14,8
	3	ø8	12	133	1728	21,6
Total					3092	38,2
C [N55-N54]-C [N54-N52]	4	ø12	2	821	1642	20,5
	5	ø12	2	821	1642	20,5
	6	ø8	12	133	2527	31,6
Total					5811	72,6
C [N39-N38]-C [N38-N40]	7	ø12	2	776	1552	19,4
	8	ø12	2	776	1552	19,4
	9	ø8	12	133	2527	31,6
Total					5631	70,4
e8					91,2	1,1
e12					232,0	2,9
Total					5954,2	74,4

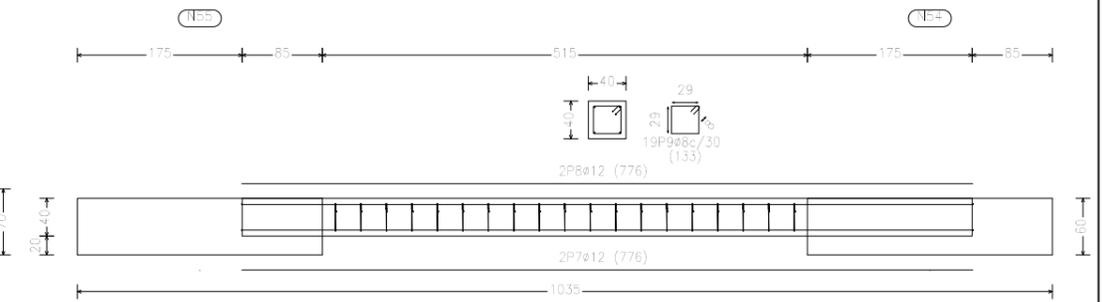
C [N3-N8] y C [N6-N1]



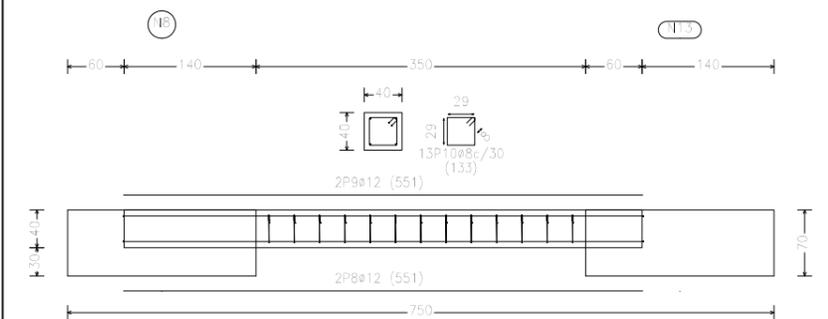
C [N23-N28] y C [N26-N21]



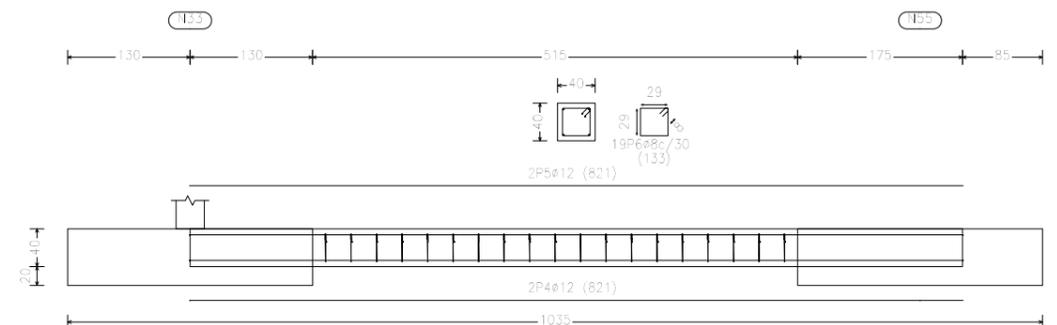
C [N55-N54], C [N54-N52], C [N39-N38] y C [N38-N40]



C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N28-N33], C [N31-N26], C [N21-N16], C [N16-N11] y C [N11-N6]



C [N33-N55] y C [N3-N39]



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL, SITUADO EN QUART DE POBLET, DEDICADO AL EMBOTELLAMIENTO DE AGUA MINERAL**

Plano: **Cimentación. Zapatas y correas.**

Autor: **Betania Belén Pereira Aquino**

Fecha: **Julio 2019**

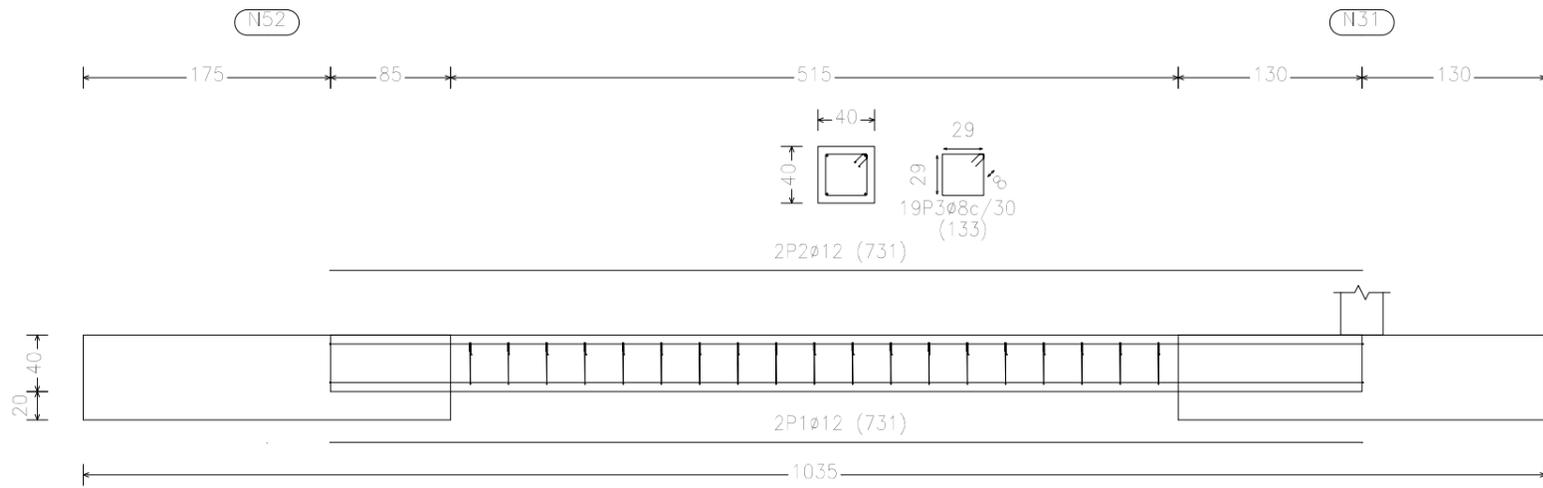
Escala:

1:75

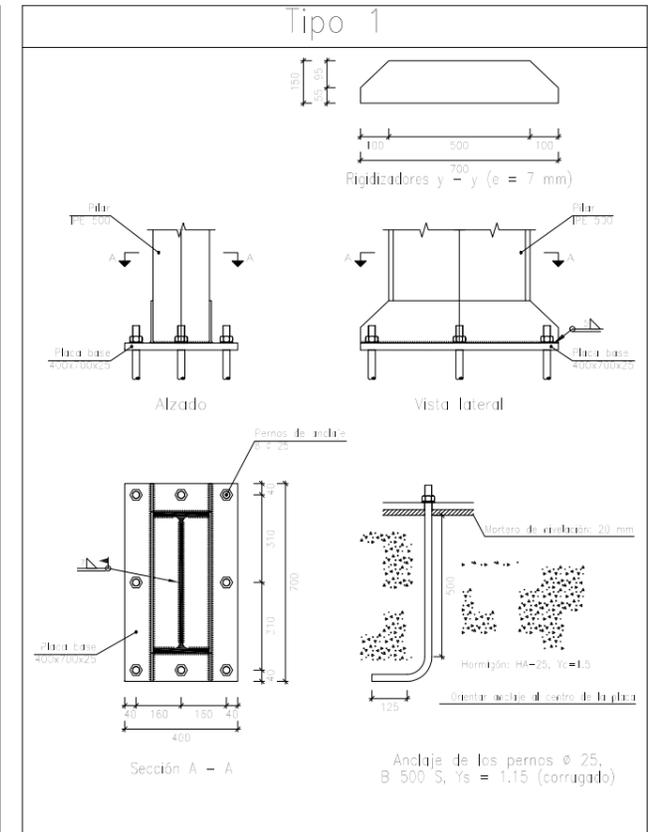
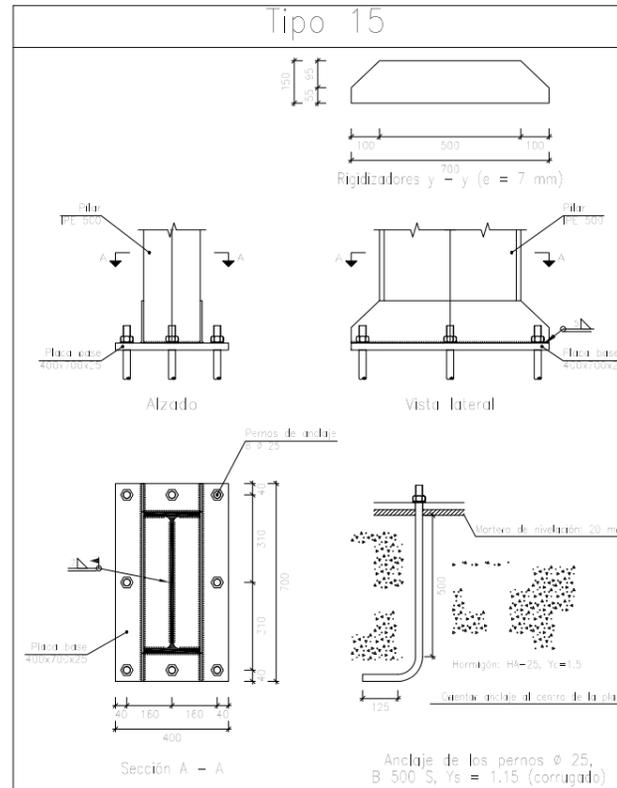
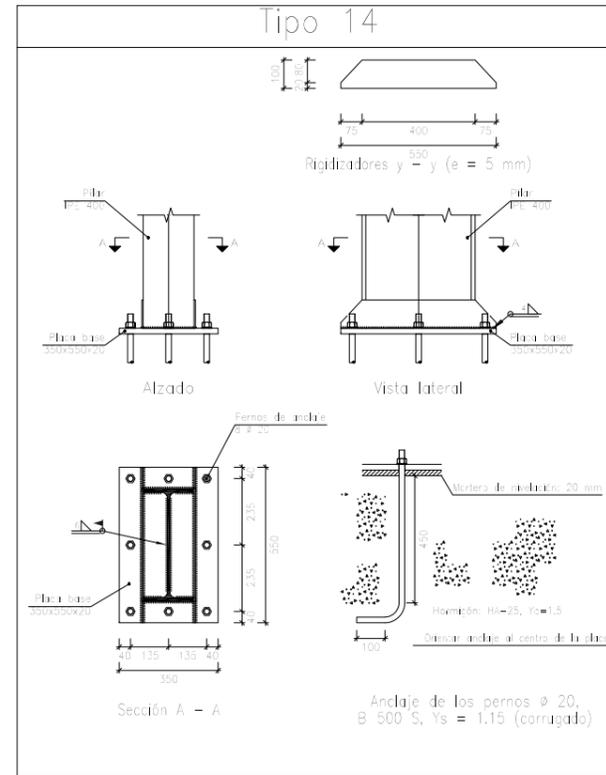
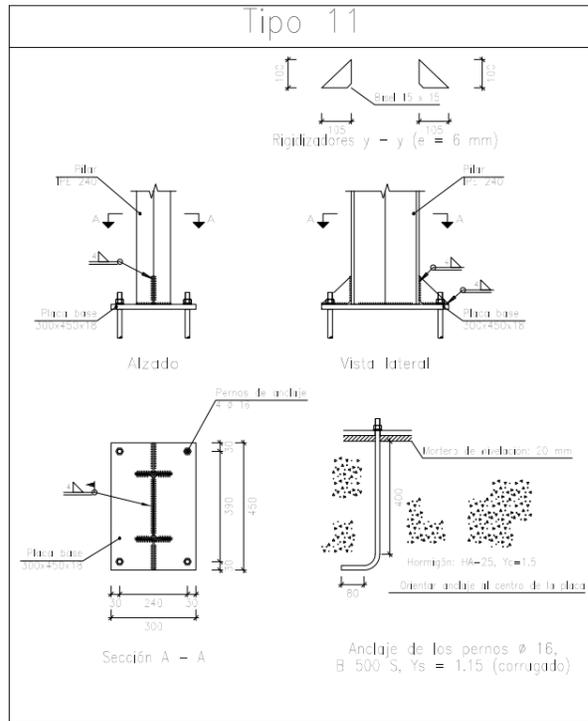
Nº Plano:

3.2

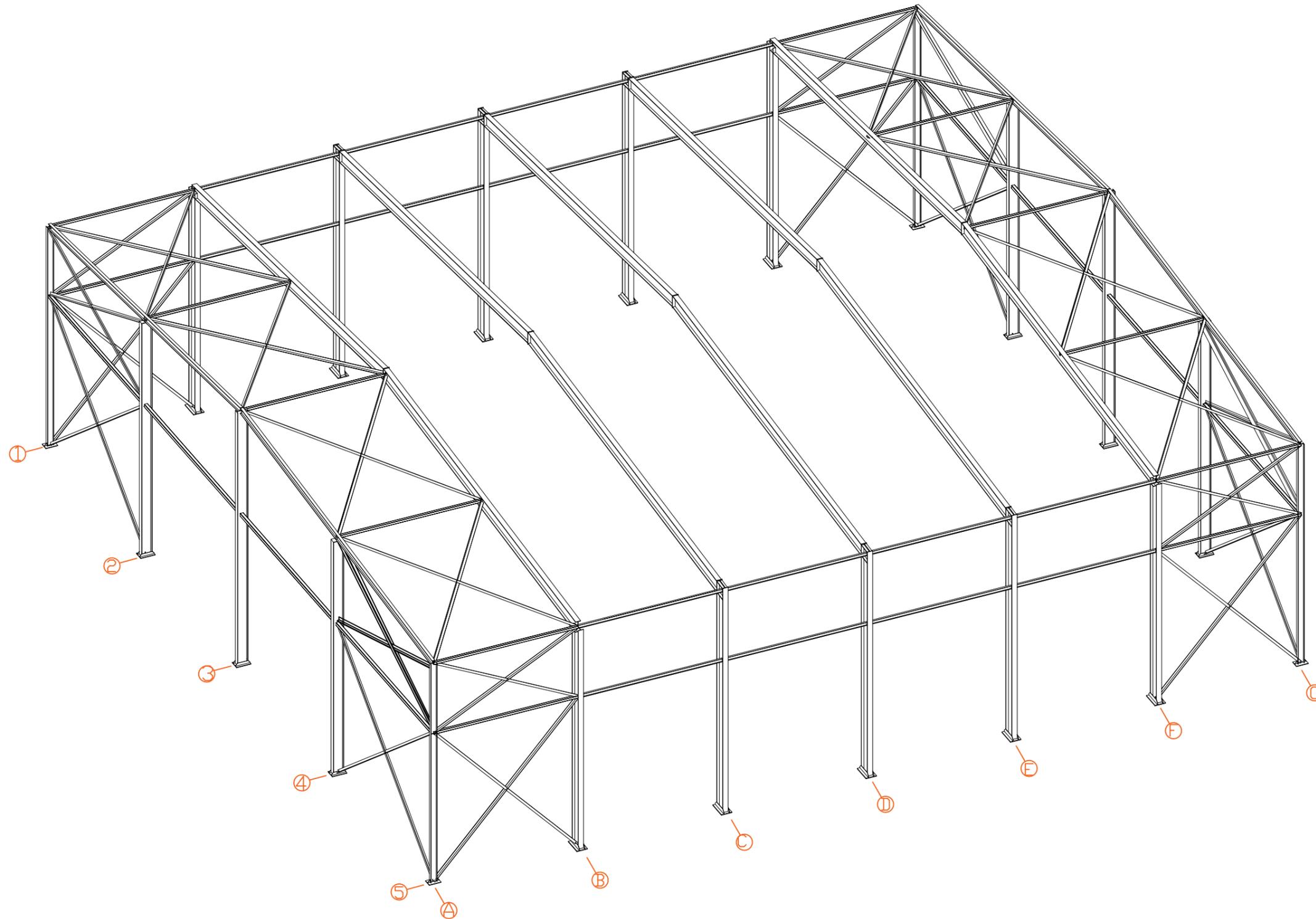
C [N52-N31] y C [N40-N1]

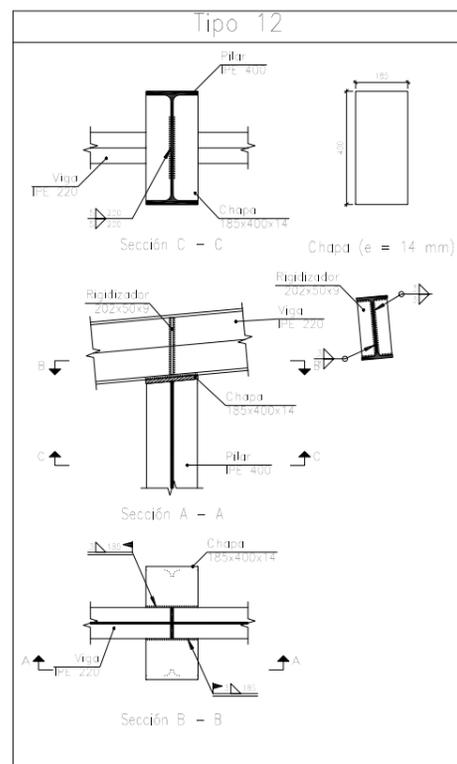
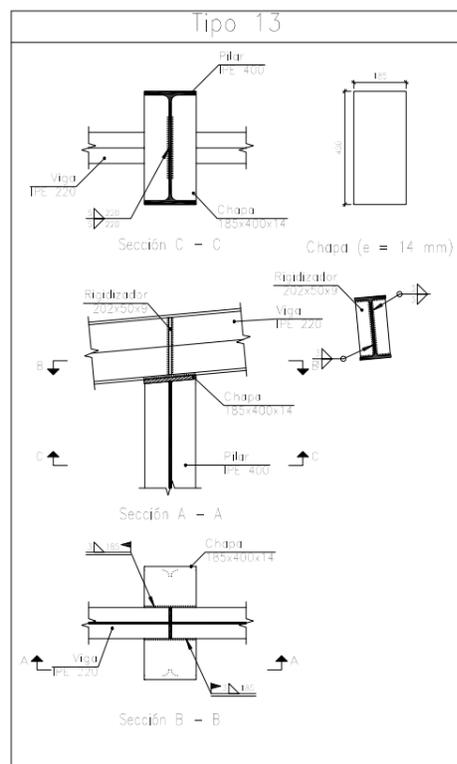
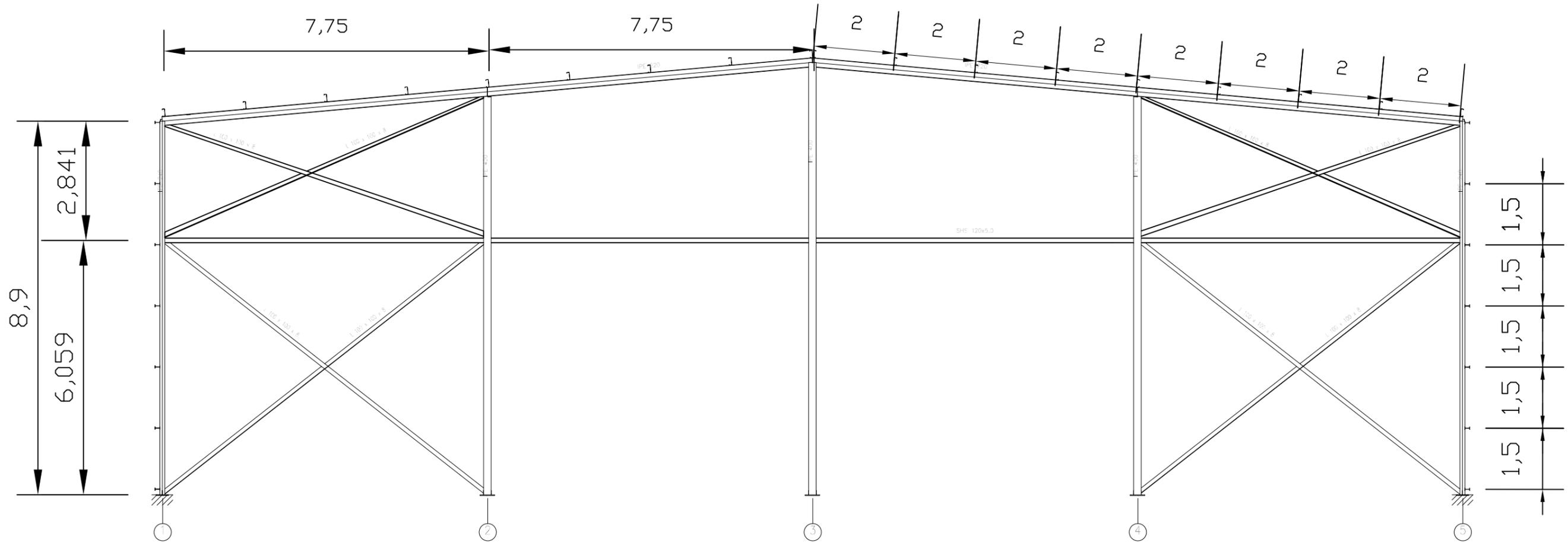


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N52-N31]=C [N40-N1]	1	ø12	2	731	1462	13.0
	2	ø12	2	731	1462	13.0
	3	ø8	19	133	2527	10.0
Total+10% (x2)						39.6
ø8:						22.0
ø12:						57.2
Total:						79.2

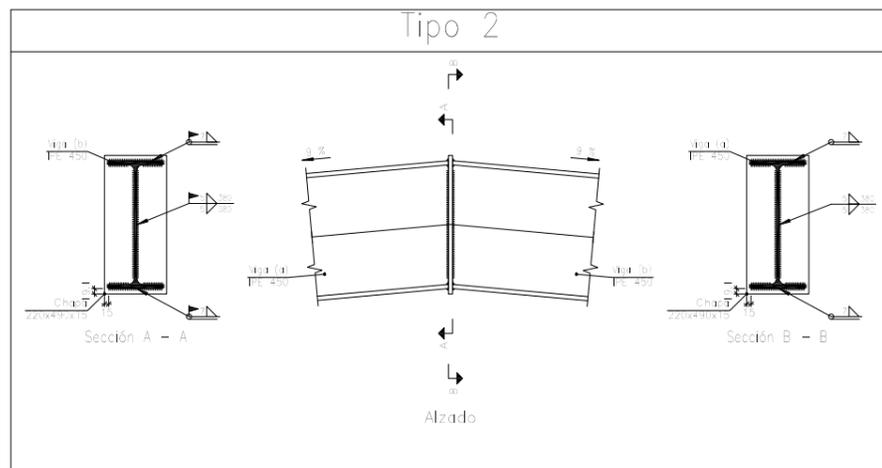
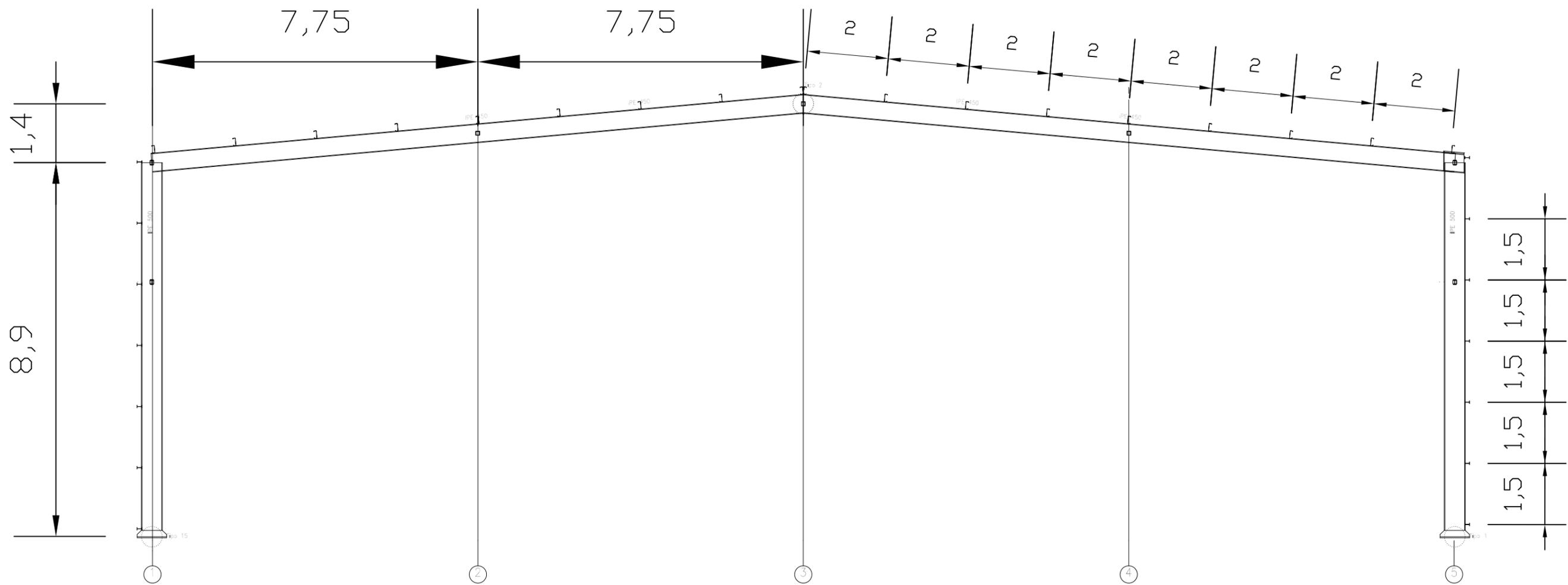


Escala 1:25

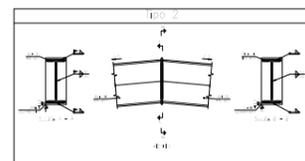
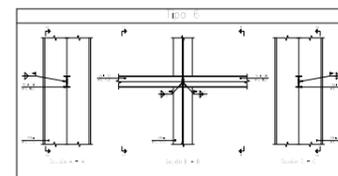
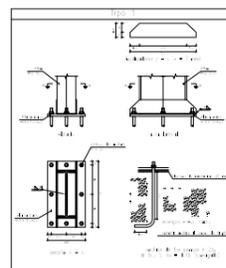
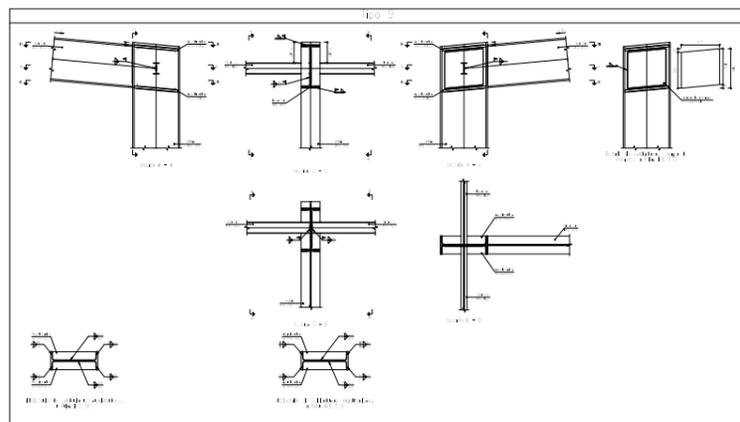
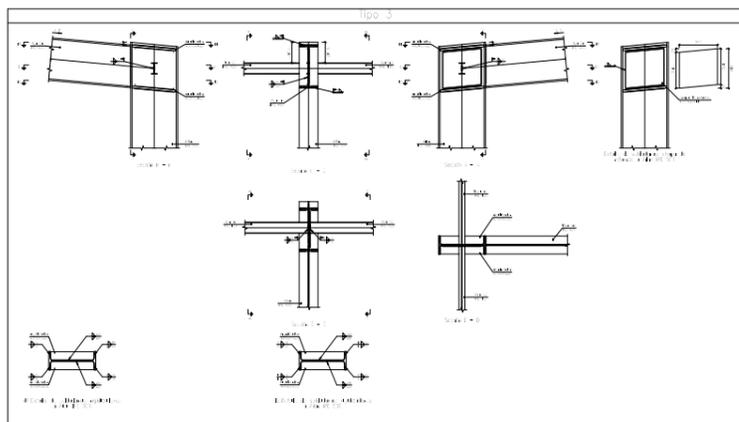
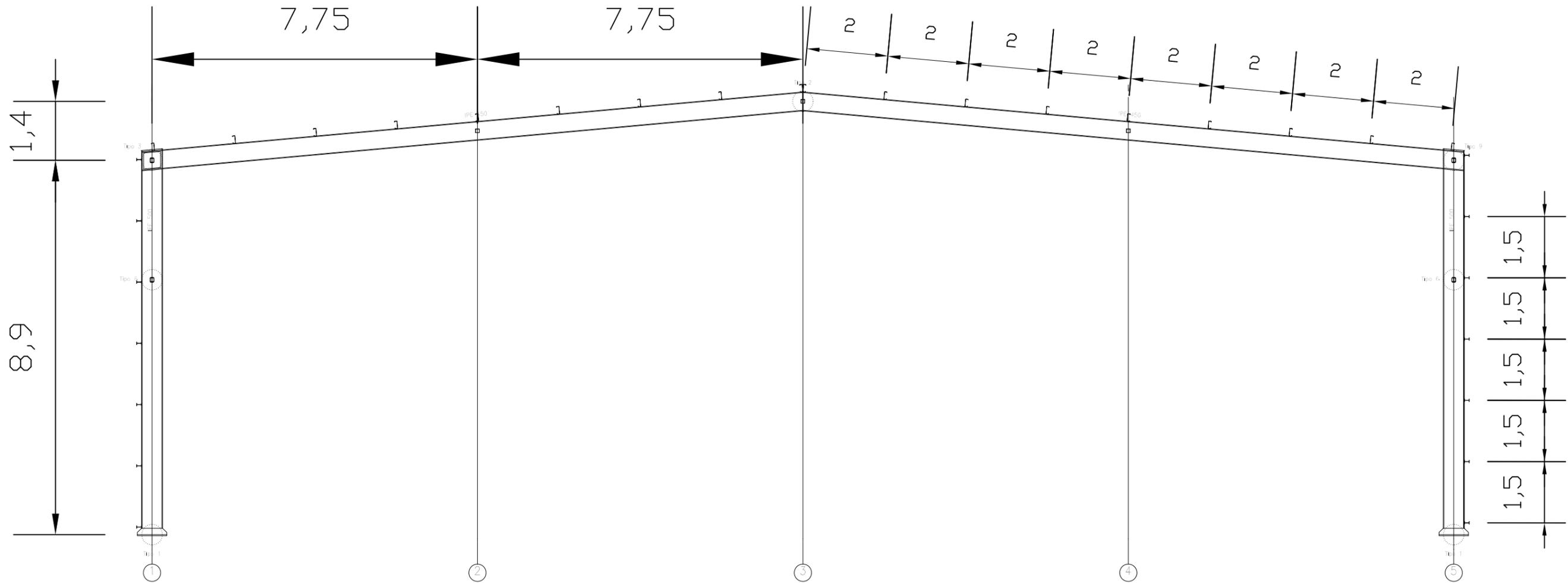




Escala 1:25



Escala 1:25



Escala 1:75

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL, SITUADO EN QUART DE POBLET, DEDICADO AL EMBOTELLAMIENTO DE AGUA MINERAL**

Plano: **Pórtico interior. Alineación C**

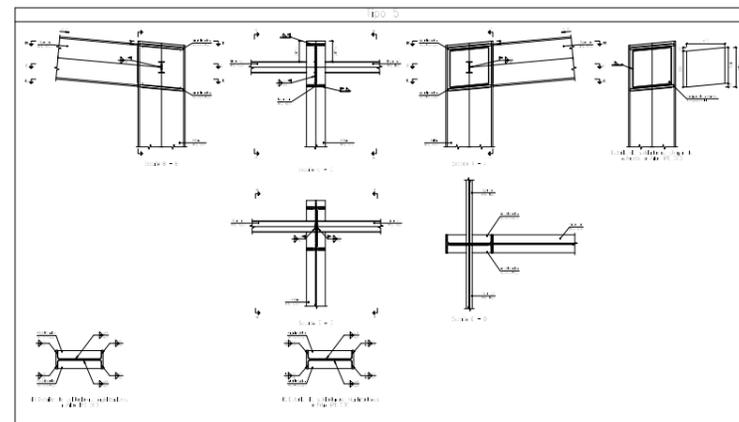
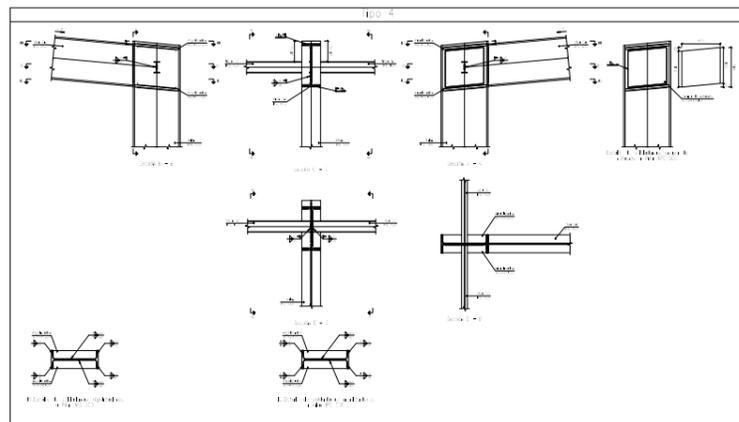
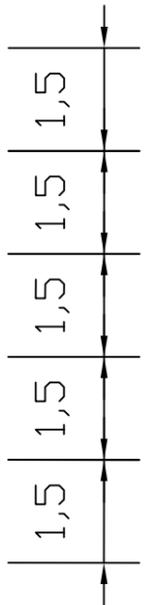
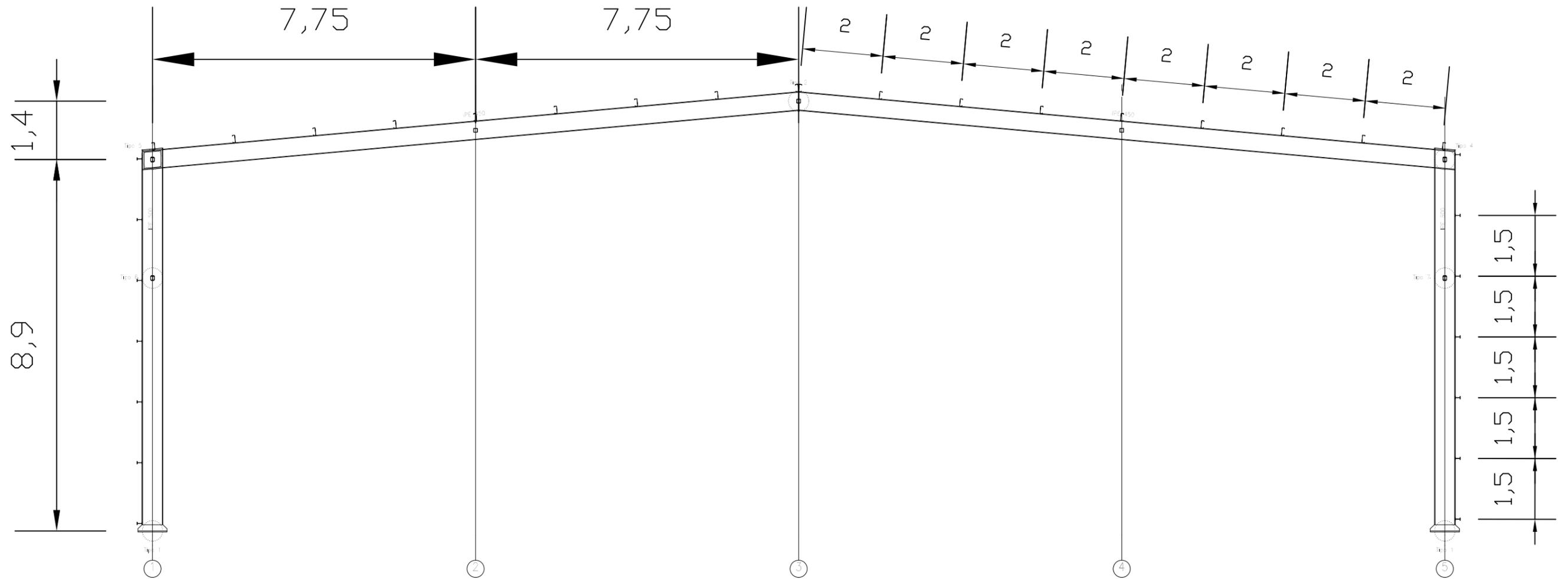
Autor: **Betania Belén Pereira Aquino**

Fecha: **Julio 2019**

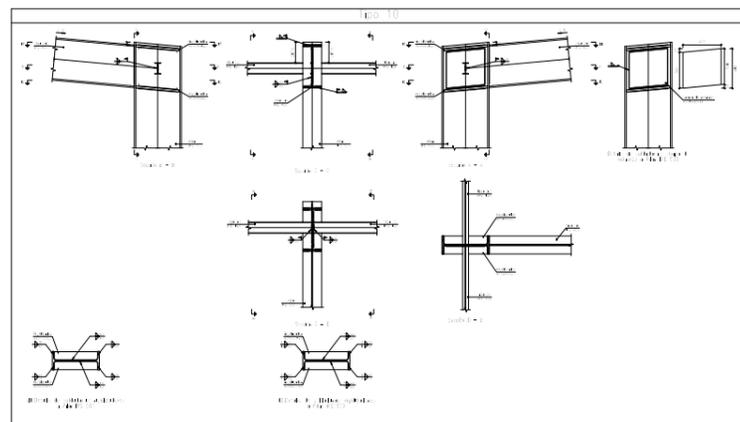
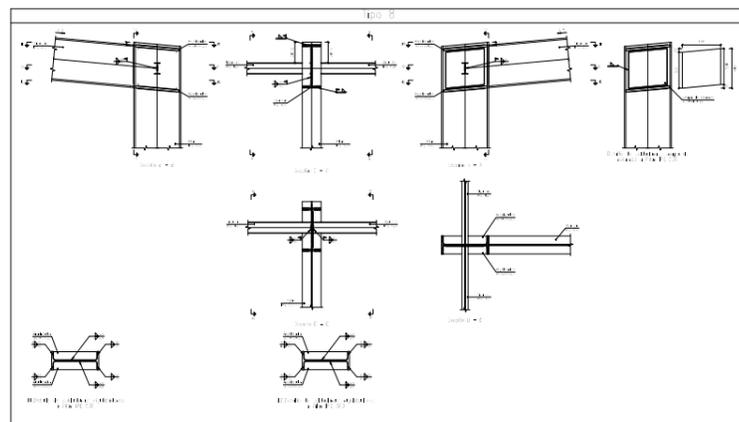
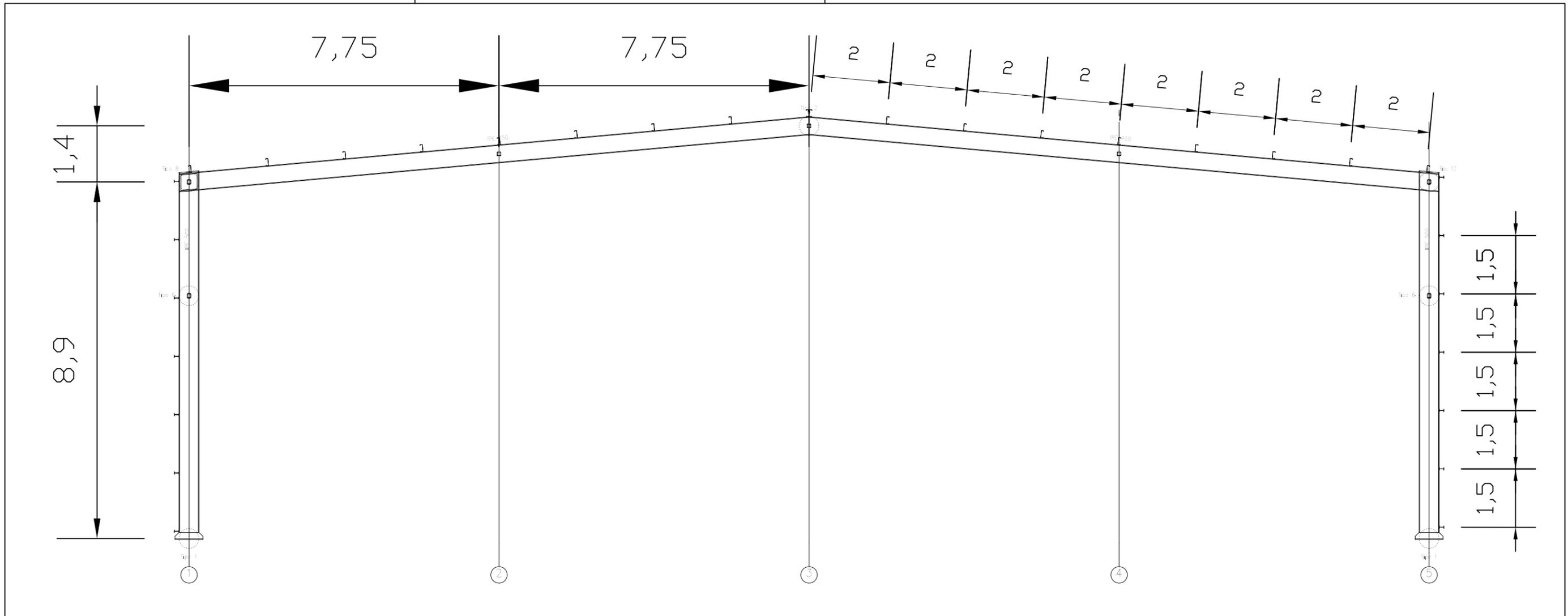
Escala: **1:100**

Nº Plano:

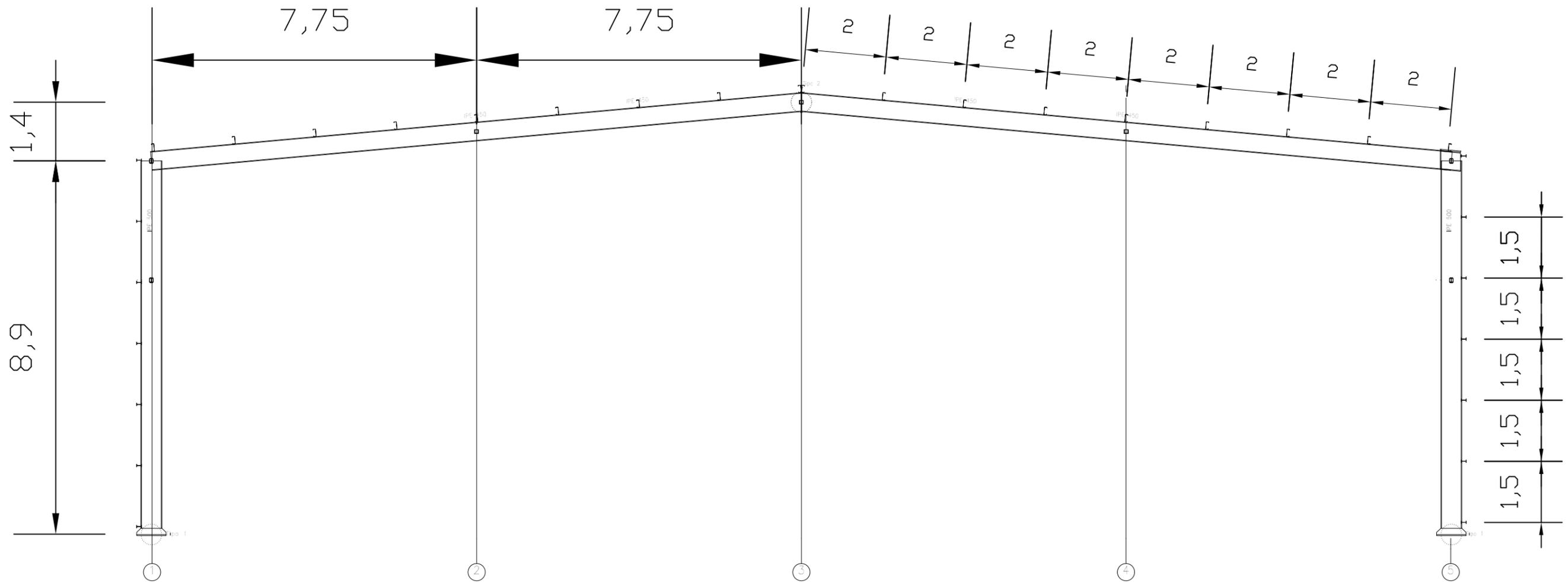
6.2

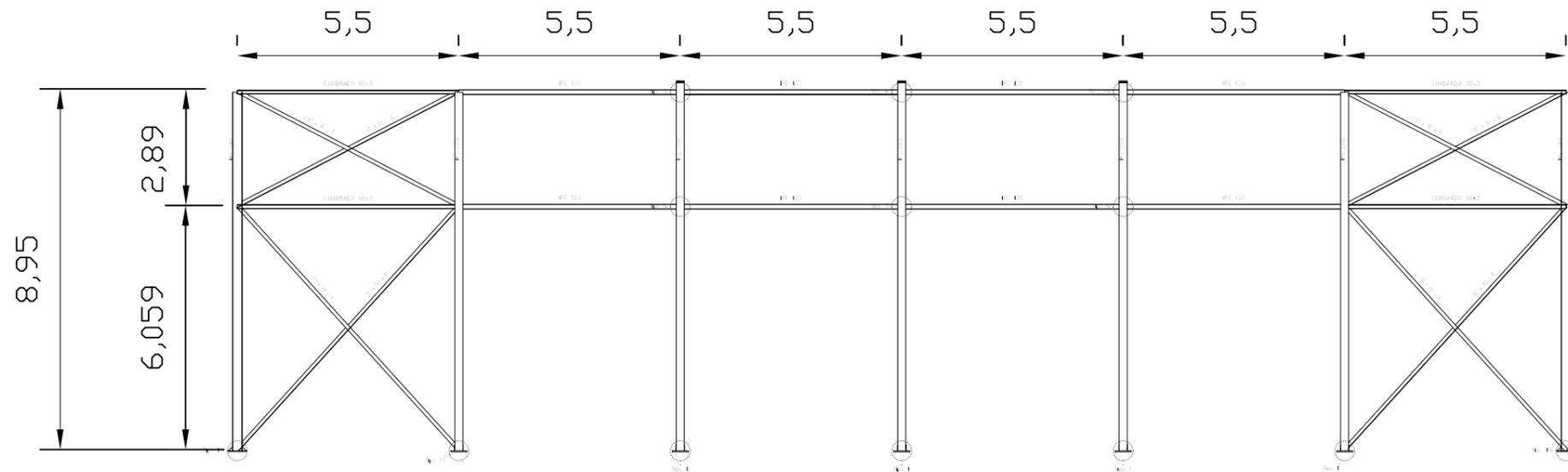


Escala 1:75

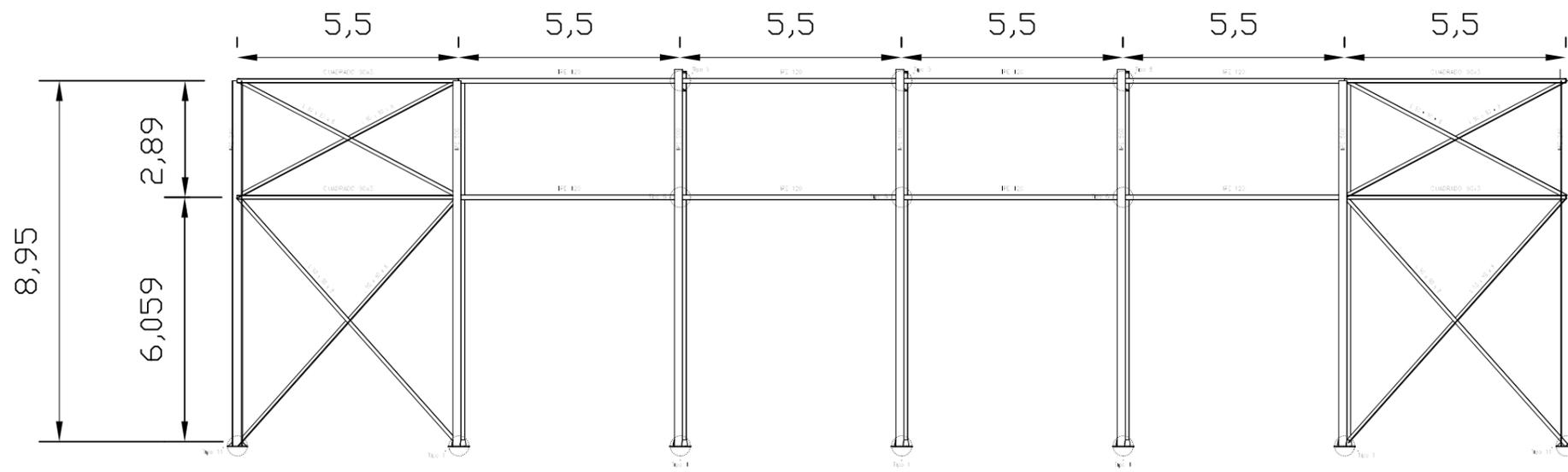


Escala 1:75

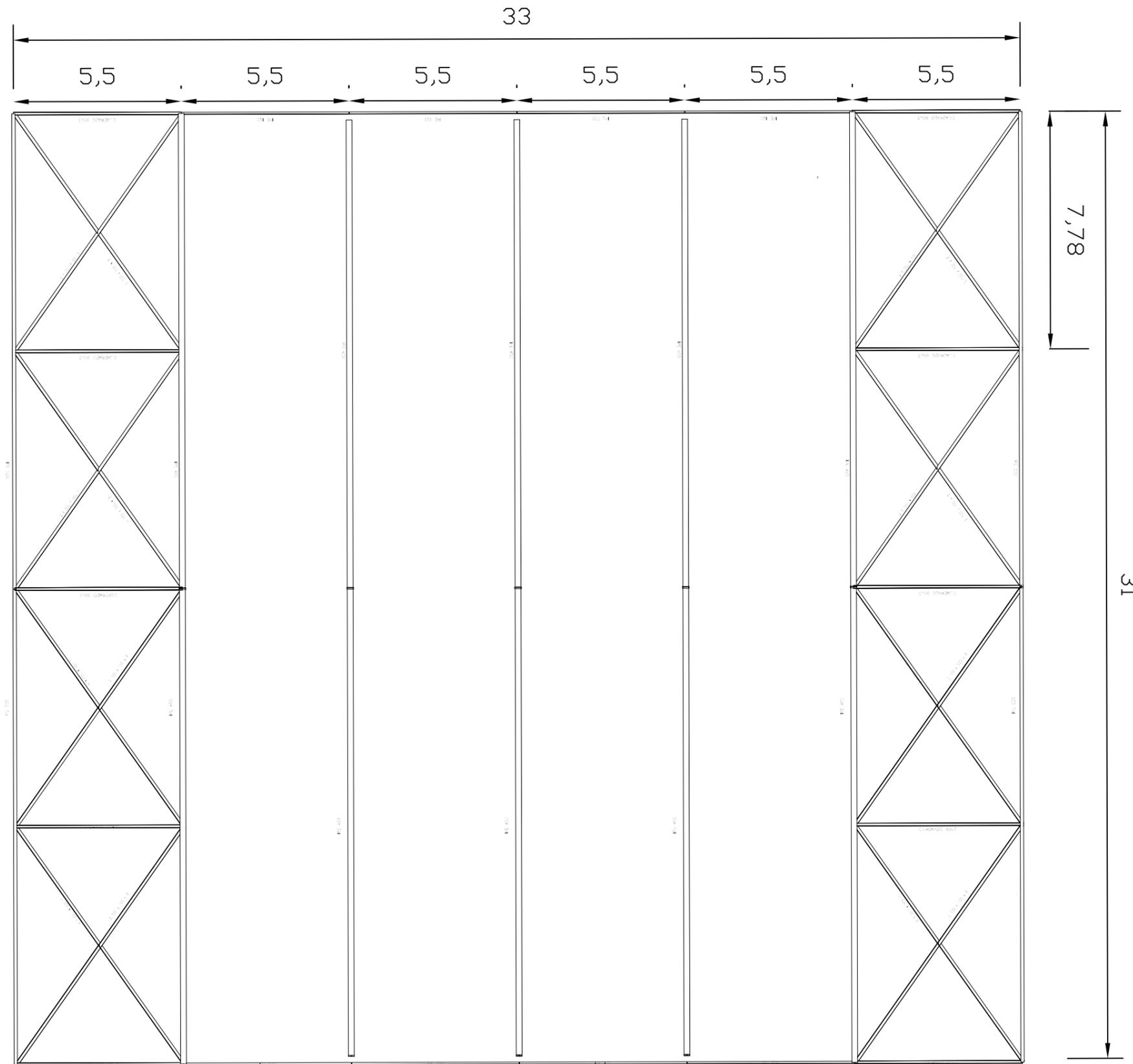


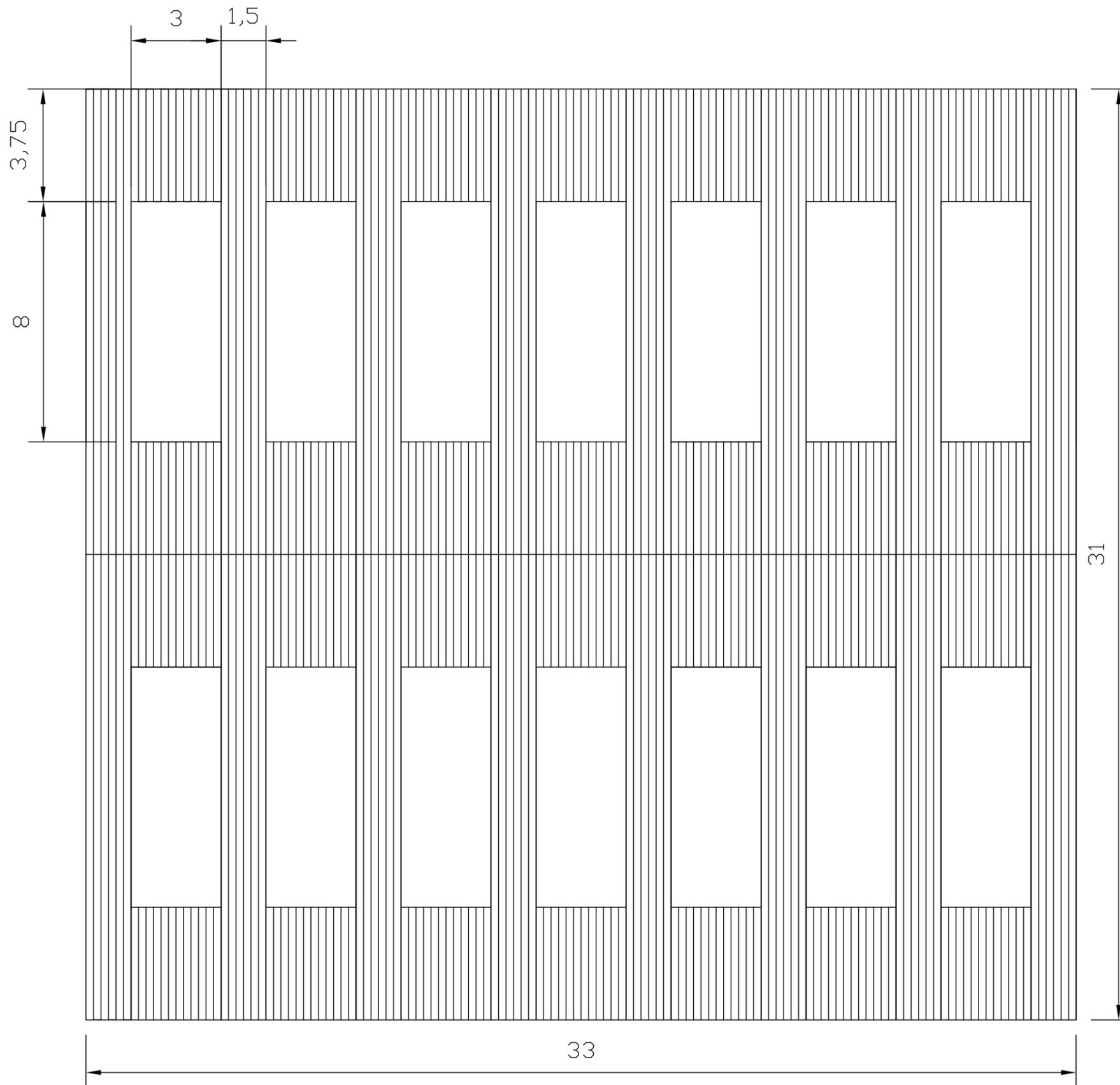


Alineación 1

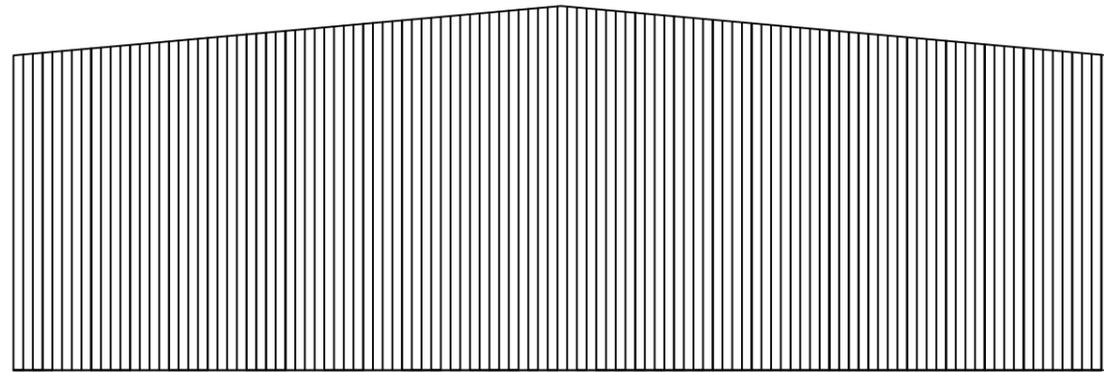


Alineación 5

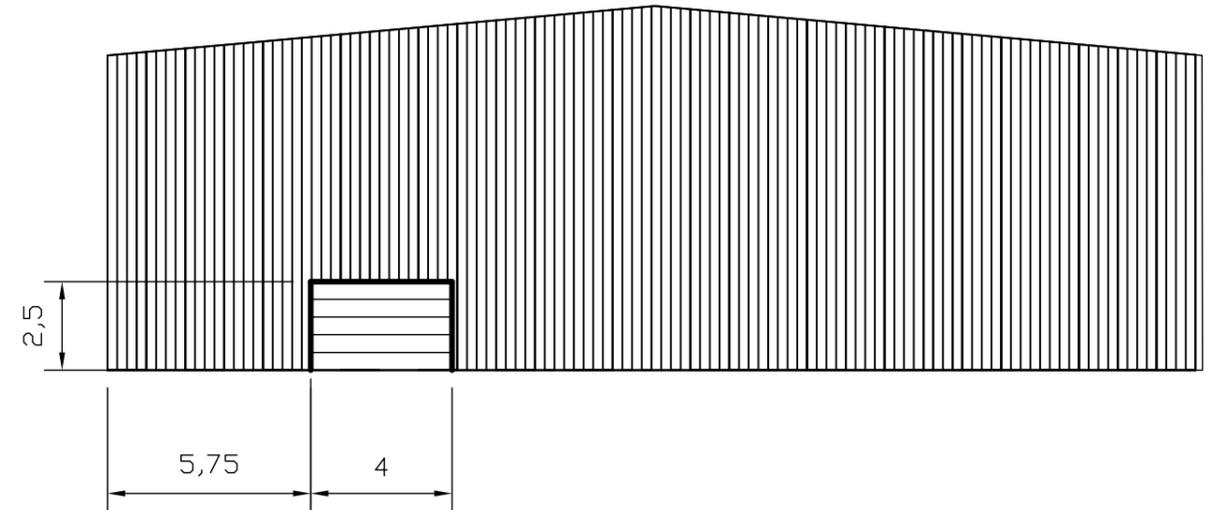




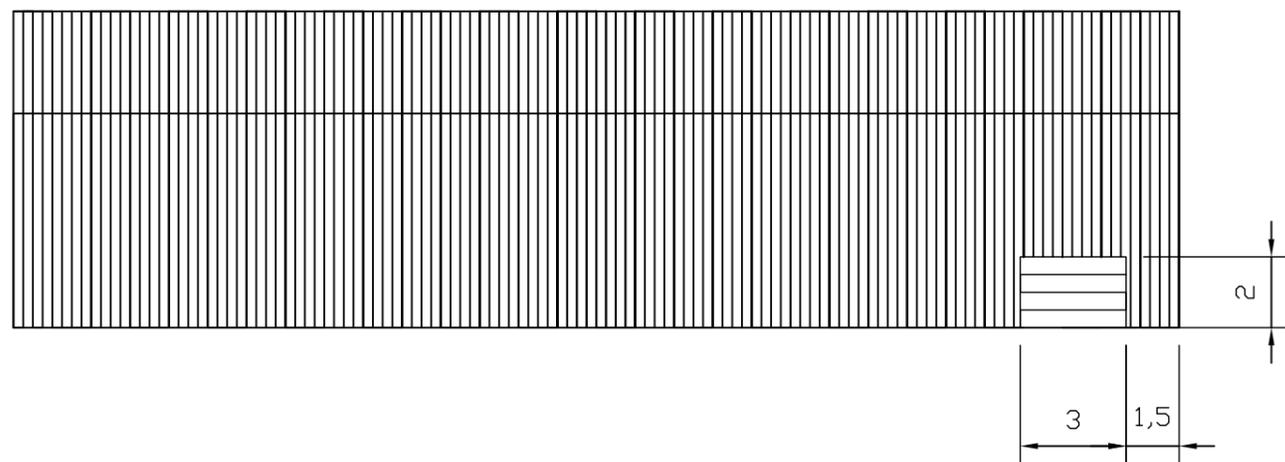
Fachada frontal



Fachada posterior



Fachada izq



Fachada der

