



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de la estructura de un establecimiento industrial de 1375 m² dedicado al almacenamiento de centros de transformación de hormigón prefabricado, sito en el Polígono Industrial Valldpins de Ulldecona (Tarragona)

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR/A: Bohigues Segura, Joel

Tutor/a: Jaén Gómez, Pedro Ildfonso

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

**Proyecto de la estructura de un
establecimiento industrial de 1375m²
dedicado al almacenamiento de
centros de transformación de
hormigón prefabricado, sito en el
Polígono Industrial Valdepins de
Uldecona (Tarragona)**

Trabajo Final de Grado

Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

AUTOR: Joel Bohigues Segura

TUTOR: Pedro Ildefonso Jaén Gómez

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen

El presente Trabajo de Final de Grado tiene como objetivo el diseño y el cálculo estructural de una nave industrial destinada al almacenaje, y oficinas de una empresa de construcción de casetas prefabricadas de hormigón. La nave está situada en el Polígono Industrial Valldepins de Ulldecona (Tarragona). La instalación industrial consta de pórticos a dos aguas y dispone de una dimensión de 1375 m². Dicho trabajo, presenta también la distribución interna, así como la localización y los respectivos planos.

A continuación, se calcula la estructura de esta edificación industrial mediante el programa de cálculo CYPE. Posteriormente, se genera toda la documentación gráfica y técnica necesaria para elaborar los distintos documentos de que consta el trabajo.

Palabras clave

Diseño, cálculo, estructura, proyecto, nave industrial, hormigón, acero, pórtico, Cype.

Resum

El present Treball de Fi de Grau té com a objectiu el disseny i el càlcul estructural d'una nau industrial destinada a l'emmagatzematge i oficines d'una empresa de construcció de casetes prefabricades de formigó. La nau està situada en el Polígon Industrial Valldepins d'Ulldecona (Tarragona). La instal·lació industrial consta de pòrtics a dos aigües i disposa d'una dimensió de 1375 m². Aquest treball, presenta també la distribució interna, així com la localització i els respectius plans.

A continuació, es calcula l'estructura d'aquesta edificació industrial mitjançant el programa de càlcul CYPE. Posteriorment, es generarà tota la documentació gràfica y tècnica necessària per a elaborar els diferents documents dels que consta el treball.

Paraules clau

Disseny, càlcul, estructura, projecte, nau industrial, formigó, acer, pòrtic, Cype.

Abstract

The objective of this Final Degree Project is the design and structural calculation of an industrial warehouse for storage and offices of a construction company of prefabricated concrete booths. The warehouse is located in the Valldepins Industrial Estate in Uldecona (Tarragona). The industrial facility consists of gantry of gable roof and has a dimension of 1375 m². Said work also presents the internal distribution, as well as the location and the respective plans.

Next, the structure of this industrial building is calculated using the CYPE calculation program. Afterwards, all the graphic and technical documentation necessary to prepare the different documents that make up the work will be generated.

Keywords

Design, calculation, structure, project, industrial warehouse, concrete, steel, gantry, Cype.

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA.

DOCUMENTO II. ANEXO DE CÁLCULO.

DOCUMENTO III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

DOCUMENTO IV. PLANOS.

DOCUMENTO I. MEMORIA DESCRIPTIVA.

ÍNDICE

1. Objeto del trabajo.	10
2. Introducción al proyecto.	10
2.1. Antecedentes.	10
2.2. Motivación y justificación.	10
3. Situación y emplazamiento.	11
3.1. Polígono industrial.	11
3.2. Parcela.	12
4. Normativa aplicada.	13
4.1 Normativa Técnica.	14
4.2 Normativa Urbanística.	14
5. Requerimientos espaciales y constructivos.	15
5.1. Distribución en planta.	15
6. Descripción de la solución adoptada.	16
6.1. Actuaciones previas.	17
6.2. Cimentación.	18
6.2.1. Hormigón de limpieza.	18
6.2.2. Zapatas.	18
6.2.3. Vigas de atado.	21
6.3. Solera.	21
6.4. Cerramientos.	21
6.5. Materiales.	23
6.5.1. Acero.	23
6.5.2. Hormigón.	24
6.6. Estructura.	24
6.6.1. Placas de anclaje.	24
6.6.2. Pórtico de fachada.	26
6.6.3. Pórtico interior.	27
6.6.4. Viga perimetral.	27
6.6.5. Viga contraviento.	28
6.6.6. Arriostramiento lateral.	28
6.6.7. Correas.	29
7. Resumen del presupuesto.	30
8. Bibliografía.	32

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Tipología de las zapatas.	19
Tabla 2. Tipos de acero empleados y sus usos.	23
Tabla 3. Tipología de placas de anclaje.	25

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. Ubicación del polígono industrial.	11
Ilustración 2. Ubicación de la parcela.	12
Ilustración 3. Distribución de la parcela.	13
Ilustración 4. Distribución en planta.	15
Ilustración 5. Estructura de la nave en 3D.	17
Ilustración 6.1. Distribución de las zapatas.	19
Ilustración 6.2. Detalle constructivo de la zapata 1	20
Ilustración 6.3. Detalle constructivo de la zapata 2 y de la zapata 3.	20
Ilustración 7. Detalle constructivo de la viga de atado (unión N3/N71)	21
Ilustración 8.1. Panel tipo sandwich	22
Ilustración 8.2. Panel prefabricado de hormigón.	22
Ilustración 9. Cerramiento de las fachadas (alineación 1 y alineación A).	23
Ilustración 10.1. Placas de anclaje tipo 1 (izq.) y tipo 3 (der.).	25
Ilustración 10.2. Placa de anclaje tipo 4.	26
Ilustración 11. Pórtico de fachada.	26
Ilustración 12. Pórtico interior.	27
Ilustración 13. Viga perimetral.	27
Ilustración 14. Viga contraviento (primer vano)	28
Ilustración 15. Fachada lateral.	28

1. Objeto del trabajo.

El presente Trabajo de Final de Grado tiene como objetivo el diseño y cálculo estructural de una nave industrial de 1375 m² situada en el Polígono Industrial Valldepins (Ulldecona), destinada al almacenaje y oficinas de una empresa de construcción de casetas prefabricadas de hormigón.

Para la realización de este proyecto se aplicarán los conocimientos adquiridos en las diferentes materias del área de la ingeniería de construcción, así como el uso de los diferentes softwares para la ejecución y comprobación de los cálculos, mediciones, presupuesto y diseño de los planos (Cype Ingenieros, Arquímedes y AutoCad). Todo ello estará recogido en cuatro documentos aquí presentes: Memoria descriptiva, Anexos de cálculo, Mediciones y presupuesto y Planos.

2. Introducción al proyecto.

2.1. Antecedentes.

El mundo de la construcción, como otros ámbitos de la industria, ha pasado por épocas doradas y épocas decadentes. Cetravi Vinaròs S.L. nace de la ilusión y la necesidad de cubrir la gran demanda en este sector en el año 1999, donde el auge de la construcción y la industrialización carecían de empresas cuya función se basase, única y exclusivamente, a la fabricación de centros de transformación de hormigón.

Con el paso de los años, y tras superar grandes obstáculos, esta PYME acaba siendo un negocio familiar, que ahora, tras varios años consecutivos con un aumento de la producción, se ven en la necesidad de ampliar el espacio con una segunda nave situada justo al lado de la inicial.

2.2. Motivación y justificación.

Una de las principales particularidades que presenta el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales es el amplio abarque de las diferentes ramas de la ingeniería. Eso permite al alumno obtener un mayor conocimiento y unos enriquecedores fundamentos que hacen que a la hora de enfrentar el mundo laboral, el alumno tenga una mayor agilidad y mayores competencias para resolver los problemas que se planteen.

Una de las áreas con mayor influencia y agrado del alumnado en este grado es la que realiza el Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. Las diferentes materias que imparten durante el grado, tanto en formato troncal como en optatividad, hace que el alumno, año tras año, vaya adquiriendo de manera constante y creciente una serie de valores y aptitudes en este sector que hace más agradable y llamativa la opción de decantarse hacia este campo.

A todo esto, se le suma la cercanía que presenta el alumno con esta empresa y la oferta que ofrece el departamento en cuanto a la temática del trabajo de final de grado, siendo esta, la realización del cálculo estructural de una nave industrial. Ambas situaciones crean la perfecta combinación para motivar al alumno y dedicar el tiempo a la creación de esta nave. Haciendo así que el alumno ponga en práctica los conocimientos que ha adquirido durante el grado y acercarlo a lo que sería un proyecto real en el mundo laboral.

3. Situación y emplazamiento.

3.1. Polígono Industrial.

El polígono industrial donde está situada esta empresa y, por lo tanto, donde ubicaremos la nave industrial a la que está adjudicada este proyecto, es en el Polígono Industrial Valldepins, junto al municipio de Uldecona (Tarragona).

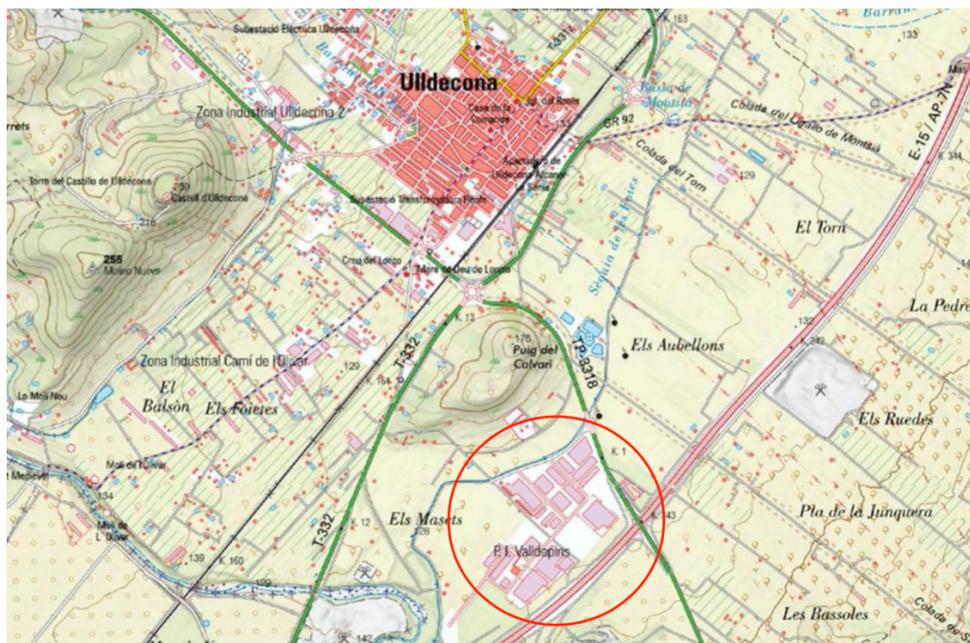


Ilustración 1. Ubicación del polígono industrial.

Como vemos en la *Ilustración 1*, se trata de un espacio con gran cantidad de parcelas, la mayoría con suelo ya edificado en las que residen diversas empresas de gran importancia e influencia nacional.

La ubicación del polígono industrial resulta útil para transportes terrestres, dado que está situado justo al lado de la autopista AP-7, a unos 6 km de la *Salida AP-7 Vinaròs / Ulldecona*. Por otro lado, a 108 km encontramos el puerto marítimo más cercano, el Puerto de Tarragona.

3.2. Parcela.

Cabe destacar que la elección de la parcela ha sido sencilla, dado que al haber aumentado la producción, la necesidad de construir una segunda nave lo más cerca posible, era vital para acceder de una nave a otra de manera cómoda e inmediata. A todo esto, se le suma que la parcela a la que va destinada esta segunda nave ya estaba adquirida por los propietarios de la empresa, ya que, en el inicio, se decidió adquirir las dos parcelas colindantes para una posible ampliación en un futuro. Pues bien, ese futuro del que se hablaba es ahora el presente, y esa parcela con referencia catastral 43158A066002020001MA es la elegida para la nueva construcción de este edificio estructural.

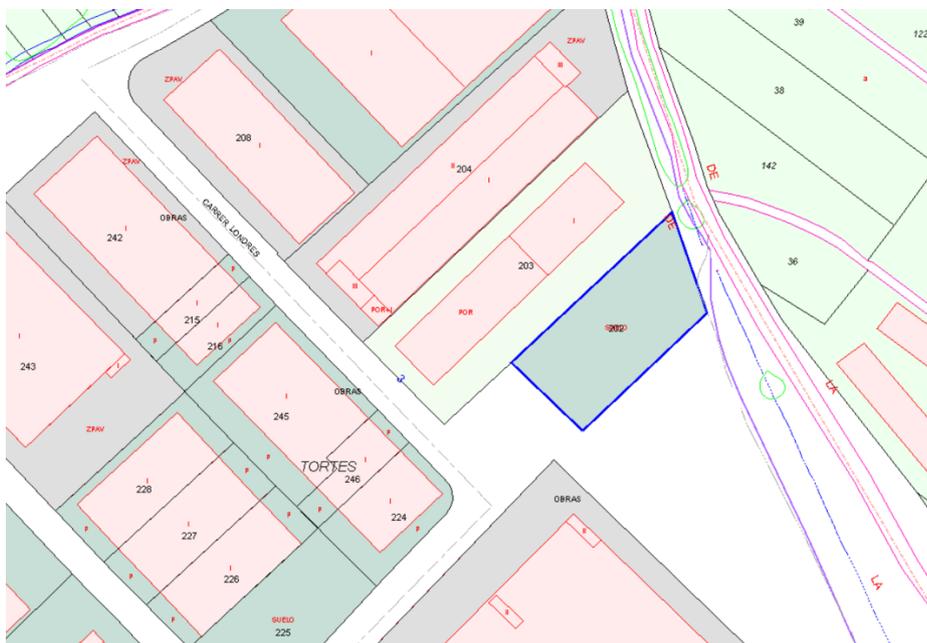


Ilustración 2. Ubicación de la parcela.

Como se observa en la *Ilustración 2*, la parcela presenta dos posibles accesos a ella. Por un lado, la parte noreste de la parcela linda con la carretera TP-3318 en dirección Alcanar. Y, por otro lado, la parte suroeste de la parcela conecta con la calle Londres, una de las calles principales del polígono industrial.

La parcela n^o 202 posee un área disponible de 3037 m², de los cuales, únicamente serán usados 1375m² para el edificio industrial. El resto, será dedicado a jardines y aparcamientos. En la siguiente *Ilustración 3* se muestra la distribución de la nave, de los jardines y los aparcamientos en la superficie de la parcela, así como sus distancias.

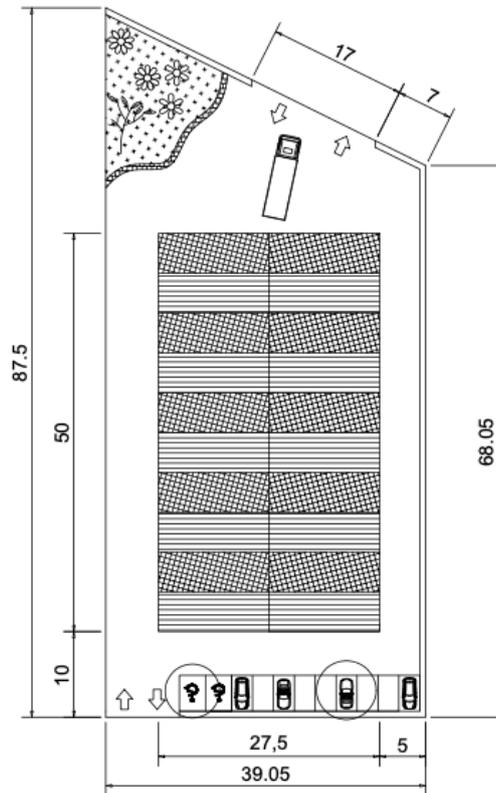


Ilustración 3. Distribución de la parcela.

4. Normativa aplicada.

El uso de la normativa es indispensable para llevar a cabo un proyecto como este. Es por ello que para su realización, el alumno se ha apoyado con diversos documentos normativos. El primero de ellos es de uso general para todas las construcciones a nivel nacional, se trata pues del Código Técnico de la Edificación (CTE). El segundo, es de índole municipal, pues se trata de las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ulldecona. En ellos podemos encontrar todos los requerimientos mínimos para poder efectuar la obra.

4.1. Normativa Técnica.

El Código Técnico de la Edificación aprobado por el Real Decreto 314/2006, del 17 de marzo de 2006 establece las exigencias básicas, así como las bases de cálculo, es decir, las reglas y procedimientos a seguir, que permitan cumplir con todas y cada una de ellas. Cabe destacar sobretodo, aquellos Documentos Básicos (DB) que hacen referencia a la Seguridad Estructural (SE):

- DB – SE – 3 Resistencia y Estabilidad
- DB – SE – 2 Aptitud del servicio
- DB – SE – AE Acciones en la Edificación
- DB – SE – C Cimientos
- DB – SE – A Acero

Así como también, el uso de la normativa del Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, del 29 de junio de 2021 que reúne los requisitos para llevar a cabo las estructuras de hormigón.

4.2. Normativa Urbanística.

Las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Ulldecona recogen las especificaciones mínimas para poder urbanizar en el polígono del municipio. A continuación, se muestran algunas de las especificaciones.

- Ocupación de parcela. La ocupación máxima de parcela para la edificación será del 70%.
- Separación de lindes. Las edificaciones se deberán separar respecto los límites de la parcela: del límite entre parcelas 5m, y de la calle y límites posteriores 10m.
- Edificabilidad neta. La edificabilidad máxima neta de edificación de la parcela será de 1.20 m²st/m²suelo.
- Altura máxima. La altura máxima edificable será de 10m, pero en función de los procesos de producción se permitirán alturas mayores siempre y cuando estén correctamente justificadas.
- Parques y jardines. Altura máxima de 4.5m y una ocupación inferior al 2%.

5. Requerimientos espaciales y constructivos.

5.1. Distribución en planta.

Como ya hemos nombrado anteriormente, esta nave industrial estará destinada a almacenaje y oficinas. Por un lado, albergará parte del material necesario para el proceso de producción, parte del producto final, así como los residuos generados para su posterior transporte a la planta de reciclaje. Por otro lado, parte del espacio estará destinado al alojamiento de la oficina técnica. A continuación, se presenta la opción definitiva de la distribución en planta del recinto industrial.

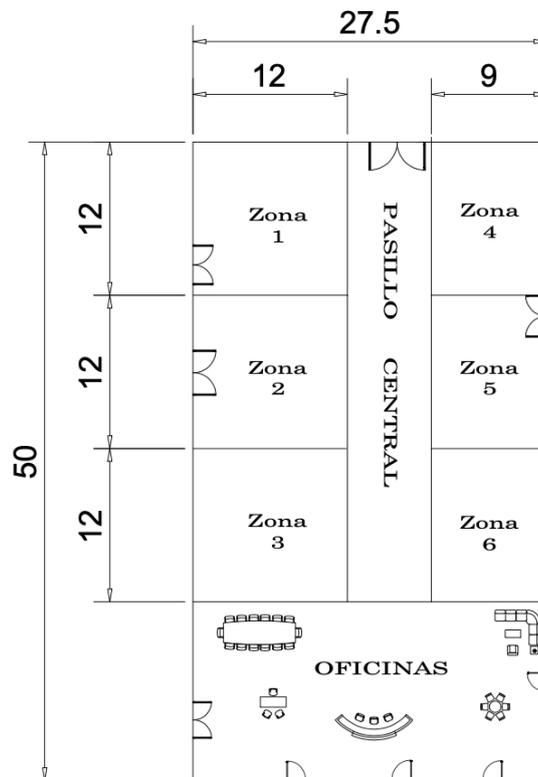


Ilustración 4. Distribución en planta.

Se puede observar que la planta queda distribuida a través de un pasillo central y sus respectivas ramificaciones hacia las diferentes zonas y/o salidas. Se dispone de siete zonas: la primera de ellas, el espacio de **oficinas**, situado lo más alejado posible de las zonas de mayor ajetreo y ruido, junto a la zona de aparcamiento. Esta es la zona de mayor superficie unificada (385 m²), dado que es un punto importante por el cual se ha realizado este edificio industrial. Las zonas restantes están repartidas en función del espacio requerido a lo que albergará con la superficie que nos queda disponible.

De entre las seis zonas restantes, encontramos una (**Zona 4**) donde situaremos los diferentes contenedores encargados de almacenar todo aquel residuo generado o desechado, ya sea papel, plástico, hierro, o material inerte (restos de cemento).

Otra de las zonas (**Zona 1**) estará destinada al almacenaje de todo el material necesario para el proceso de personalización de los prefabricados, es decir, tornillería, puertas, ventanas, ventilaciones, etc.

El espacio **Zona 2** albergará las barras de acero para el hormigón armado de los prefabricados, así como el mallazo utilizado.

La **Zona 3** estará reservada para el almacenamiento de los botes de pintura de los diferentes colores usados en los prefabricados, así como las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso.

En la **Zona 5** encontraremos parte del producto final, se trata de los apoyos de hormigón armado. Estos apoyos presentan unas dimensiones de 61.5x25x12 cm³ y sirven de soporte para los suelos del centro de transformación. Todos ellos, estarán almacenados de manera conjunta en bloques de 25 apoyos (5 por altura en 5 alturas) encima de palés de madera para conseguir la mayor optimización del espacio posible.

Por último, la **Zona 6** se ha decidido reservarla como espacio libre para albergar cualquier material extra que no pueda guardarse en su respectiva zona.

6. Descripción de la solución adoptada.

Con todo lo visto anteriormente, apoyándonos en el material de las diferentes asignaturas del departamento y teniendo en cuenta las dimensiones de la parcela, se ha decidido finalmente apostar por una nave industrial formada por pórticos a dos aguas con una profundidad de 50 metros y 27.5 metros de luz, obteniéndose así una superficie del edificio industrial de 1375 m². Respecto a la altura de la cabeza del pilar será de 8 metros y la pendiente en cubierta será del 10.36%, por lo que obtendremos una altura de cumbrera de 9.424 metros.

La estructura está formada por 8 pórticos interiores y 2 pórticos de fachada, que hacen un total de 10 vanos, separados entre si a una distancia de 5 metros. En la *Ilustración 5* se muestra la disposición de esta, incluyéndose la unión de estos pórticos mediante la viga perimetral, las vigas contraviento tipo Pratt en el primer y último vano, sus respectivos arriostramientos con un sistema de cruces

de San Andrés en las fachadas laterales, así como otro sistema de cruces de San Andrés en las fachadas frontal y posterior. Por último, se observa también la junta de dilatación en los vanos intermedios, para ello, se ha añadido una viga de contraviento y cruces de San Andrés en los vanos 5 y 6.

Respecto a la cimentación, se ha optado por un sistema de zapatas aisladas, unidas entre sí mediante vigas de atado.

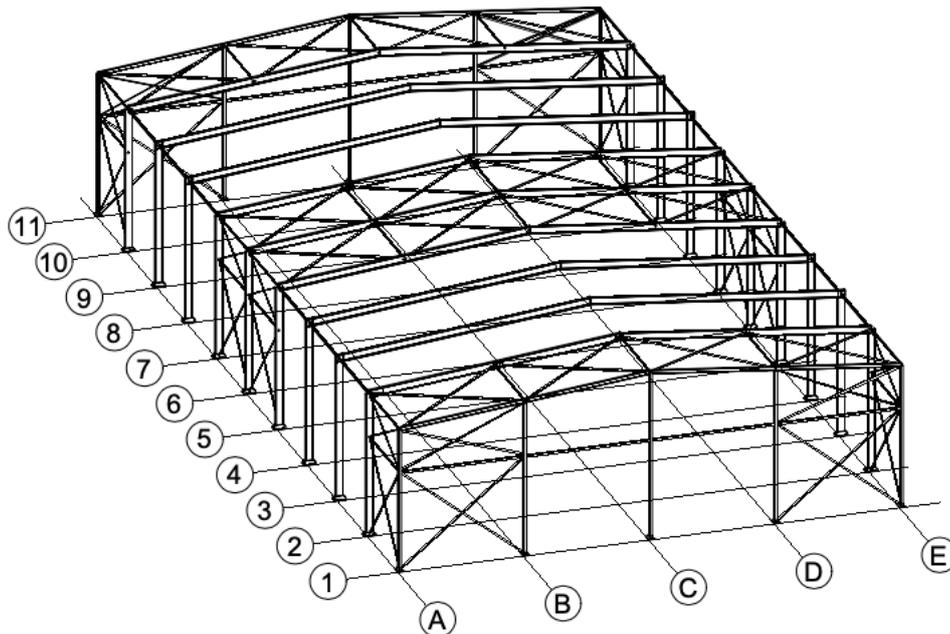


Ilustración 5. Estructura de la nave en 3D.

6.1. Actuaciones previas.

Previamente, antes de inicializar la construcción de la nave debe haberse realizado un estudio geotécnico del terreno. A continuación, como se trata de un terreno que no se ha manipulado para ninguna construcción anterior, deberá habilitarse el terreno para la edificación, para ello, se eliminará cualquier tipo de residuo que pueda haber en él, al igual que se liberará de todo obstáculo natural. Por último, se compactará y nivelará el terreno para la seguidamente, iniciación del proceso de construcción del edificio industrial.

6.2. Cimentación.

La cimentación es la encargada de repartir todas las cargas de la estructura al terreno de manera que quede totalmente segura, para que, en ningún caso, pueda sufrir algún efecto de deslizamiento, vuelco o hundimiento. La comprobación y cálculo de estos posibles efectos estarán bajo el amparo del Documento Básico de Seguridad Estructural Cimientos (DB SE – C) y del Código Estructural (CE).

6.2.1. Hormigón de limpieza.

El hormigón de limpieza se trata de un hormigón no estructural, es decir, no presenta ninguna función en cuanto a la estructura, simplemente sirve de asiento para evitar que el hormigón armado, que se verterá posteriormente, pierda agua en la etapa de fraguado. El hormigón de limpieza también cumple la función de regularizar y nivelar la superficie que se utilizará como apoyo, con el fin de que el hormigón estructural no sea la primera capa de contacto con el terreno y no pueda ser atacado por agentes contaminantes del terreno.

Este tipo de hormigón está regulado por la normativa vigente, por lo que el primer paso tras las actuaciones previas nombradas anteriormente será el vertimiento del hormigón de limpieza, HL – 150/F/20, con un espesor de 10 centímetros.

Una vez ejecutado dicho proceso de vertido de la solera de asiento, se llevan a cabo las zapatas.

6.2.2. Zapatas.

La ejecución de las zapatas se lleva a cabo mediante un hormigón armado con designación HA – 25/F/20/XC2 y utilizando barras de acero corrugado B500S. En este caso, se ha optado por el uso de zapatas aisladas de dimensiones diferentes según las necesidades que se requieran para cumplir con la normativa. Como podemos observar en la tabla siguiente, para sostener nuestra estructura disponemos de tres tipos de zapatas aisladas. Por un lado, en los pórticos de fachada frontal y posterior tenemos zapatas aisladas cuadradas y centradas, y por otro lado, en las fachadas laterales se encuentran las zapatas aisladas rectangulares excéntricas. Todas ellas con sus respectivas armaduras.

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Tipo	Dimensiones (cm)	Armadura Superior X	Armadura Superior Y	Armadura Inferior X	Armadura Inferior Y
Z1	240x240x70	19Ø12c/12	19Ø12c/12	19Ø12c/12	19Ø12c/12
Z2	190x360x80	12Ø20c/30	6Ø20c/30	12Ø20c/30	6Ø20c/30
Z3	190x350x80	31Ø12c/11	6Ø20c/30	31Ø12c/11	6Ø20c/30

Tabla 1. Tipología de las zapatas.

En las siguientes ilustraciones vemos la disposición y distribución de las zapatas nombradas anteriormente, así como los detalles constructivos de estas.

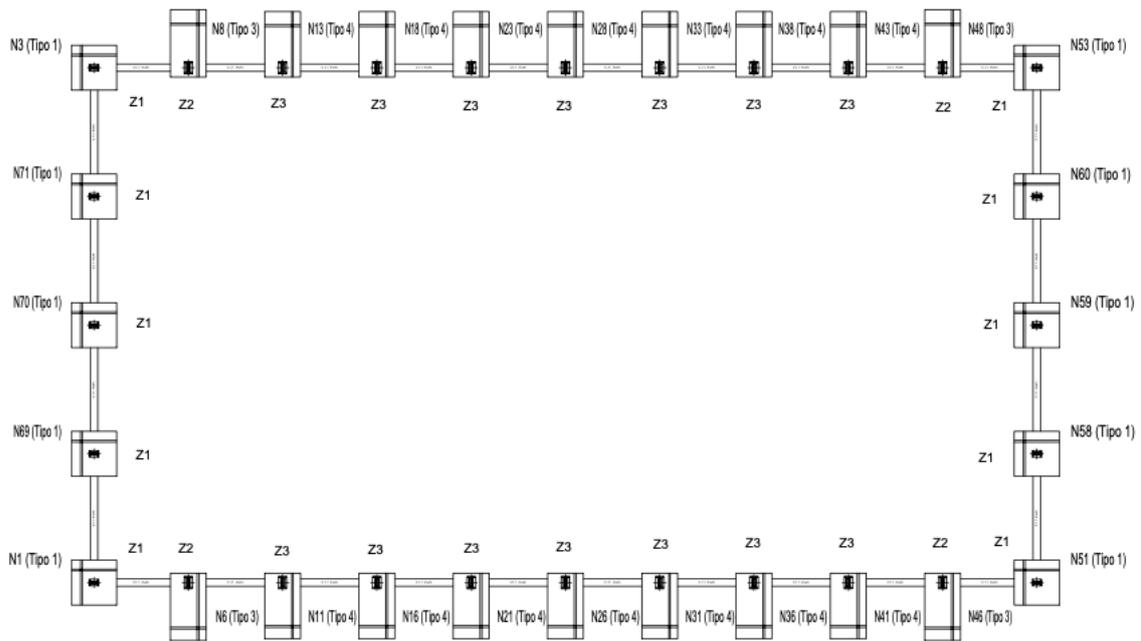


Ilustración 6.1. Distribución de las zapatas.

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLEDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

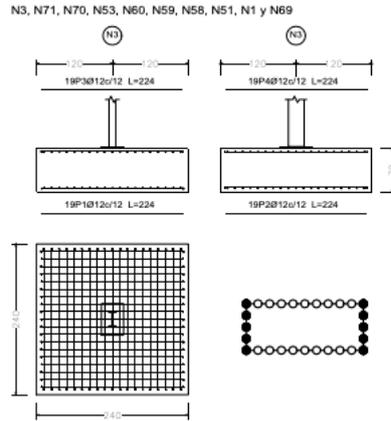


Ilustración 6.2. Detalle constructivo de la zapata 1.

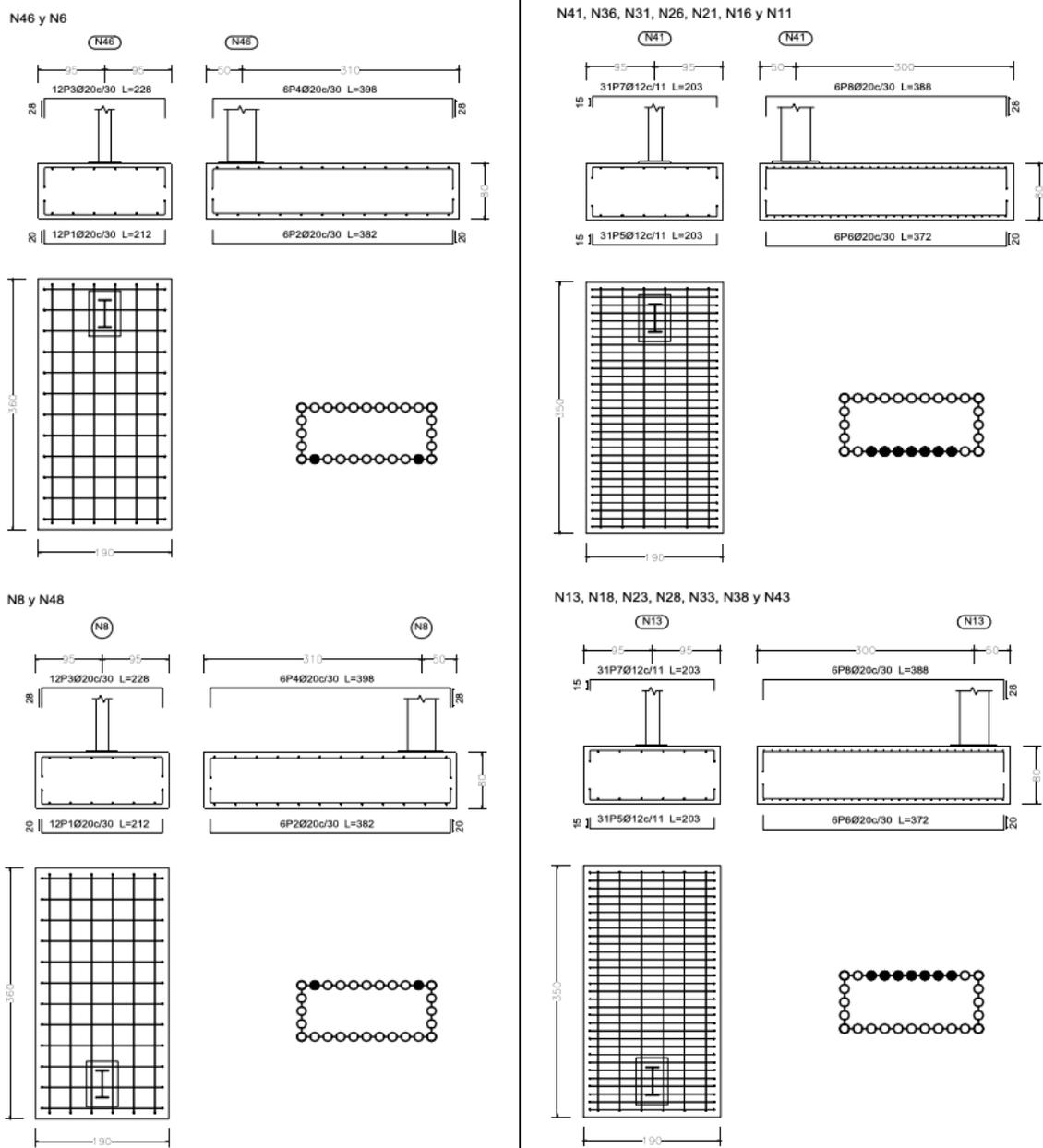


Ilustración 6.3. Detalle constructivo de la zapata 2 (izquierda) y de la zapata 3 (derecha).

6.2.3. Vigas de atado.

Para aportar seguridad, rigidez y estabilidad al conjunto de las zapatas aisladas, es necesario el uso de vigas de atado. Estas, como las zapatas, estarán construidas por hormigón armado HA – 25/F/20/XC2 y utilizando barras de acero corrugado B500S.

Las dimensiones de estas vigas de atado serán constantes para toda la cimentación, a excepción de su longitud, que variará en función de la cercanía de las zapatas. Así pues, las vigas de atado serán de 40x40 cm².

En la siguiente *Ilustración 7* se muestra el detalle constructivo de la viga de atado de los nudos N3 y N71.

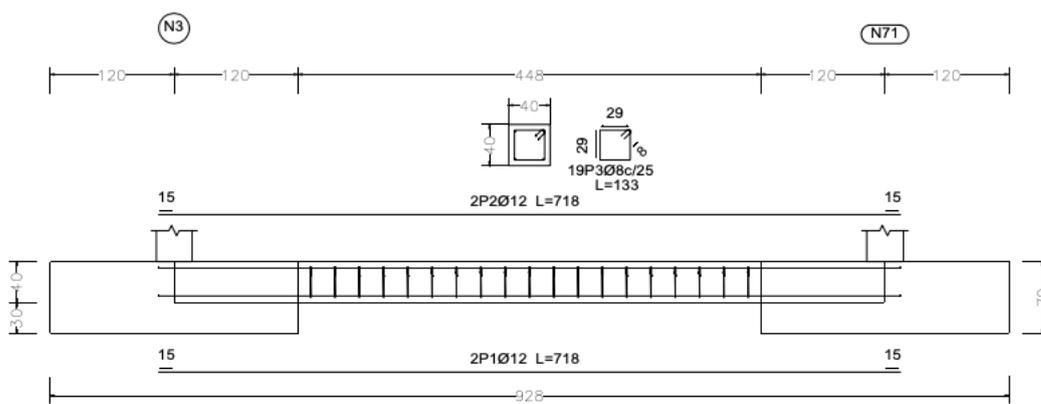


Ilustración 7. Detalle constructivo de la viga de atado (unión N3/N71).

6.3. Solera.

El pavimento de la nave industrial se realiza mediante el vertido de hormigón armado de tipología HA – 25/F/20/XC2, y con el uso de un mallazo electrosoldado de acero B500S. Esta solera presentará un espesor de 20 cm.

6.4. Cerramientos.

El uso de un cerramiento adecuado es importante para aislar la nave de cualquier agente externo y mantener el interior a unas condiciones específicas y confortables para el bienestar de todo el personal que haya en su interior. Con esto, provocaremos que el rendimiento de trabajo de todos se vea influenciado positivamente.

En este proyecto se ha optado por el uso de paneles tipo sándwich tanto para el cerramiento de fachadas como para el de cubierta. El panel tipo sándwich

cumple con los requerimientos mínimos tanto de seguridad como de confortabilidad, ya que están compuestos por una estructura externa de metal y un núcleo interno de espuma aislante de poliuretano que permite dar a la nave industrial, una resistencia frente a agentes como la acción del viento, de la lluvia, del sol, o incluso del fuego. También posee resistencia frente a la corrosión, y un aislamiento térmico y de impermeabilidad que permite gozar de un buen clima en el interior de la nave.

El panel tipo sándwich presenta un espesor de 30 mm y un ancho de 1000 mm.

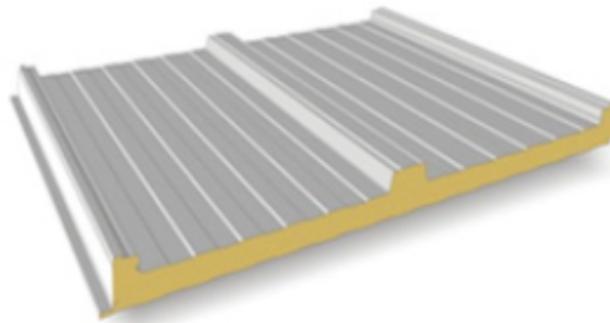


Ilustración 8.1. Panel tipo sándwich.

El cerramiento de la cubierta estará formado única y exclusivamente de paneles tipo sándwich. En cambio, las fachadas laterales presentarán verticalmente en su parte inferior, paneles de hormigón que acompañarán a los paneles tipo sándwich. Los paneles de hormigón presentan unas dimensiones de 14 cm de espesor por 3 metros de ancho.

A continuación, se muestra el detalle de estos paneles de hormigón, así como la distribución de los cerramientos en las fachadas.



Ilustración 8.2. Panel prefabricado de hormigón.

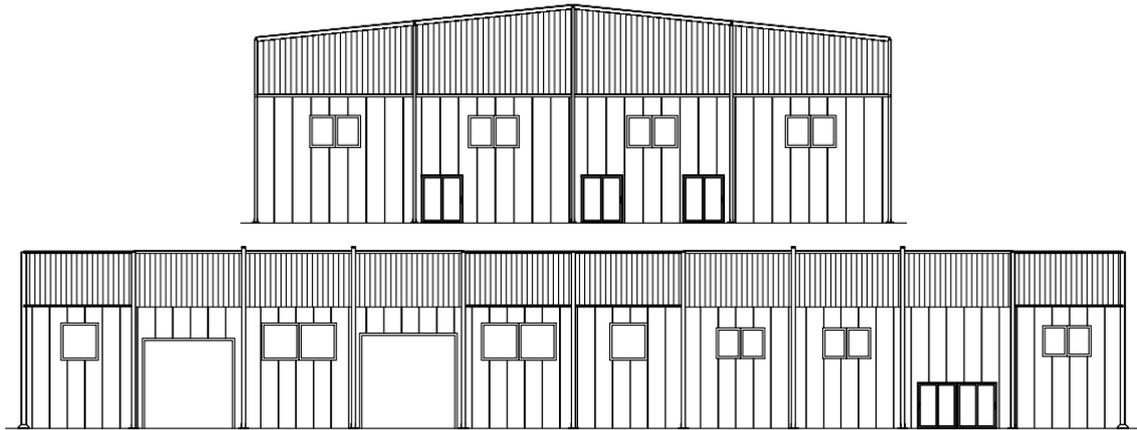


Ilustración 9. Cerramiento de las fachadas (Alineación 1 y Alineación A).

6.5. Materiales.

Para la realización de esta nave industrial se han utilizado diferentes materiales en función de su aplicación. Se distinguen principalmente dos tipos: acero y hormigón.

6.5.1. Acero.

El acero es uno de los materiales fundamentales para la construcción de naves industriales como este estilo, y en general, para el mundo de la construcción. En este proyecto se han utilizado diferentes perfiles de acero en función de las características de este, así como del tipo de esfuerzo que vaya a recibir. En la tabla siguiente se especifica los tipos de aceros empleados y los perfiles utilizados para cada aplicación.

Acero	Características	Perfil y Uso
Acero laminado <u>S275</u>	Límite Elástico (f_y): 275 MPa Modelo Elástico (E): 210 000 GPa Coef. Poisson: 0.3	IPE: Viga perimetral, pilares, jácenas. Placas de anclaje.
Acero conformado <u>S275</u>	Límite Elástico (f_y): 275 MPa Modelo Elástico (E): 210 000 GPa Coef. Poisson: 0.3	Perfil L: diagonales arriostramientos. SHS: montantes.
Acero corrugado <u>B500S</u>	Límite Elástico (f_y): 500 MPa Modelo Elástico (E): 206 000 GPa Ys: 1.15	Pernos placa de anclaje. Armado cimentación.

Tabla 2. Tipos de Aceros empleados y sus usos.

6.5.2. Hormigón.

El hormigón, conjuntamente con el acero, es uno de los materiales más importantes en este sector de la industria, y por lo tanto, en este proyecto.

Se trata de un material pétreo obtenido a partir de conglomerante hidráulico (cemento), agua, áridos (grava y arena), aditivos y adiciones. Es un material que se caracteriza por su durabilidad y resistencia.

En la nave industrial se ha usado dos tipos de hormigón: HA – 25/F/20/XC2 y HL – 150/F/20.

- HA – 25/F/20/XC2: se trata de un hormigón estructural usado para las zapatas, este es un tipo de hormigón armado (HA) que tiene una resistencia característica especificada de 25 N/mm², su consistencia es fluida (F), presenta un tamaño máximo del árido de 20 mm, y su clase de exposición XC2 equivale a un ambiente húmedo, raramente seco, de corrosión inducida por carbonatación.
- HL – 150/F/20: se trata de un hormigón no estructural, utilizado como hormigón de limpieza (HL), de dosificación mínima de cemento de 150 kg/m³, en el que no presenta ningún mínimo de exigencia respecto a la consistencia ni al tamaño del árido.

6.6. Estructura.

Tal y como hemos comentado al inicio de este apartado *6. Descripción de la solución adoptada*, la estructura de la nave industrial dedicada a este proyecto se basa en pórticos a dos aguas con unas dimensiones de 27.5x50 m² y una altura del pilar de 8 metros.

En este apartado trataremos aquellos componentes más relevantes que conforman la estructura de la nave: placas de anclaje, pórtico interior, pórtico de fachada, vigas contraviento, arriostramiento lateral, vigas perimetrales y las correas.

6.6.1. Placas de anclaje.

Las placas de anclaje representan el nexo de unión de la estructura con la cimentación, transmitiéndole todos los esfuerzos. El cálculo de las placas de anclaje está bajo el amparo de la normativa CTE DB SE – A, asegurando que cumpla con las funciones constructivas de posicionamiento, nivelación, y aplomado (verticalidad del pilar).

Las placas de anclaje están constituidas por un conjunto de elementos: la placa base, las cartelas de rigidez y los pernos de anclaje.

La placa base y las cartelas de rigidez están formadas por acero S275 a diferencia de los pernos de anclaje roscados que están hechos a partir de acero B500S. Además, cabe destacar que todos los pernos de anclaje se disponen con patilla a 90°, de este modo nos permite reducir su longitud de anclaje, y por lo tanto, el canto de la zapata.

En la nave industrial de este proyecto podemos encontrar tres tipologías diferentes de placas de anclaje. En la siguiente tabla, se muestra las principales características de cada una de ellas.

Tipo	Dimensiones placa base (mm)	Espesor placa base (mm)	Numero de pernos	Diámetro de pernos (mm)	Longitud de pernos (cm)
1	350x500	22	6	20	40
3	450x650	22	6	25	50
4	450x650	22	6	25	55

Tabla 3. Tipologías de placas de anclaje.

En la *Ilustración 6.1* vista anteriormente se puede observar la disposición y distribución de las diferentes placas de anclaje. En las siguientes ilustraciones se muestra al detalle las diferentes base placas de anclaje.

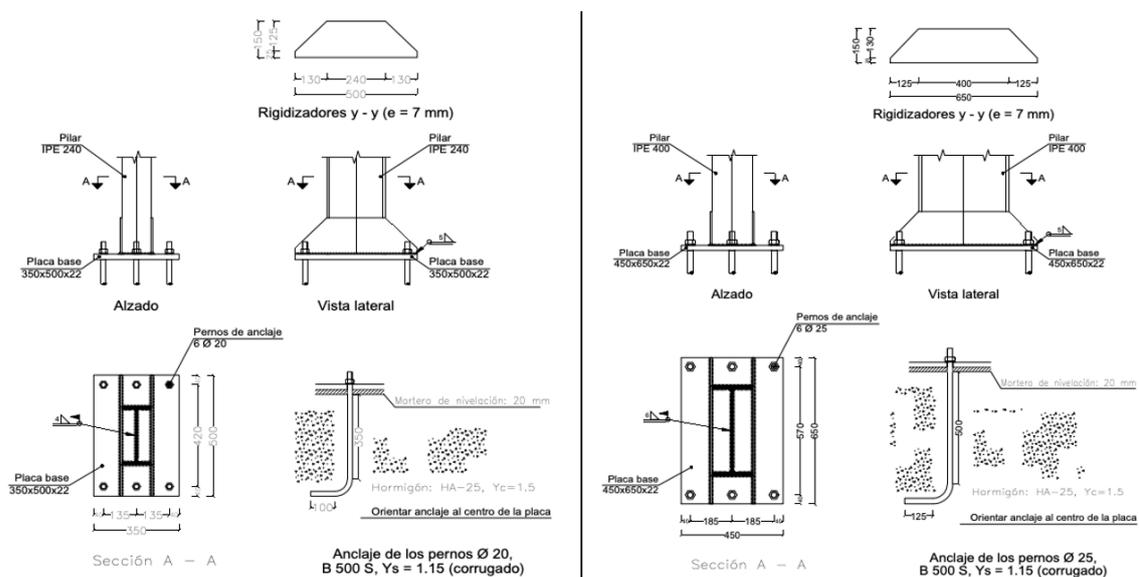


Ilustración 10.1. Placas de anclaje Tipo 1 (izquierda) y Tipo 3. (derecha).

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

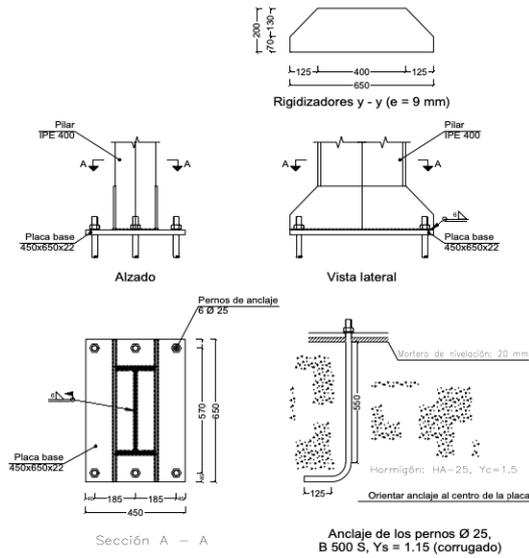


Ilustración 10.2. Placa de anclaje Tipo 4.

6.6.2. Pórtico de fachada.

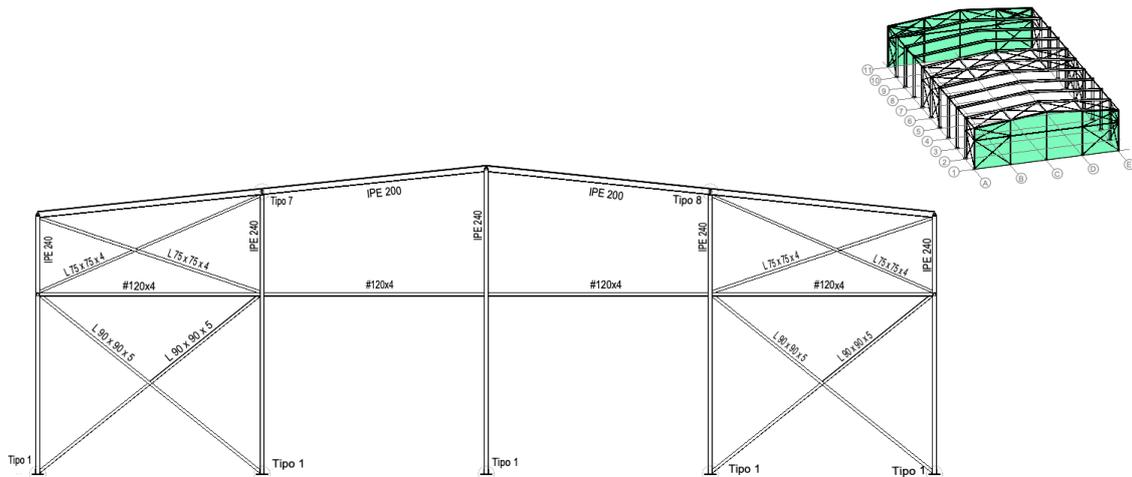


Ilustración 11. Pórtico de fachada.

Los pórticos de fachada están situados en las alineaciones 1 y 11. Se trata de dos pórticos iguales simétricos a dos aguas, que presentan un sistema de arriostramiento mediante cruces de San Andrés para mejorar la estabilidad de la estructura frente a acciones como el viento o acciones permanentes.

El pórtico de fachada está formado por un total de 5 pilares con un perfil IPE 240 de acero S275, todos ellos girados una posición de 90° respecto los pilares de los pórticos interiores.

El sistema de arriostramiento está formado por un montante de perfil tubular laminado en caliente de tipo SHS 120x4.0 y unas diagonales que actúan como tirantes. Las diagonales de la parte superior están resueltas con un perfil tipo L 75x75x4 de acero S275, en cambio las de la parte inferior presentan un perfil tipo L 90x90x5 de acero S275.

Por otro lado, las jácenas se han resuelto con un perfil IPE 200 de acero S275.

6.6.3. Pórtico interior.

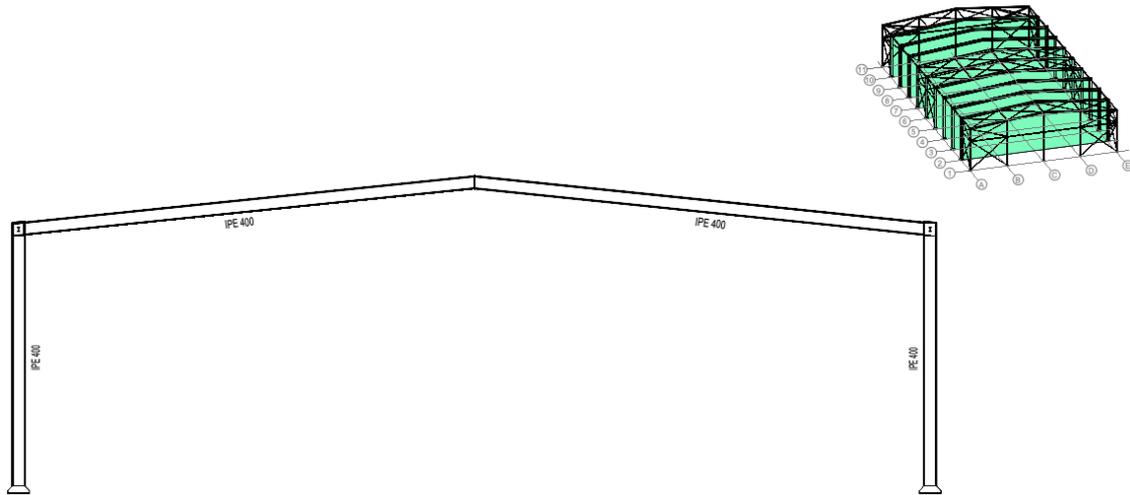


Ilustración 12. Pórtico interior.

Los pórticos interiores están dispuestos en las alineaciones que van desde 2 hasta 10, y en todas ellas el dimensionado es el mismo. Todos los pórticos interiores presentan perfiles IPE 400 de acero S275 tanto en los pilares como en las jácenas.

Todos ellos se mantienen unidos gracias al efecto de la viga perimetral, que les permite gozar de mayor resistencia y estabilidad.

6.6.4. Viga perimetral.

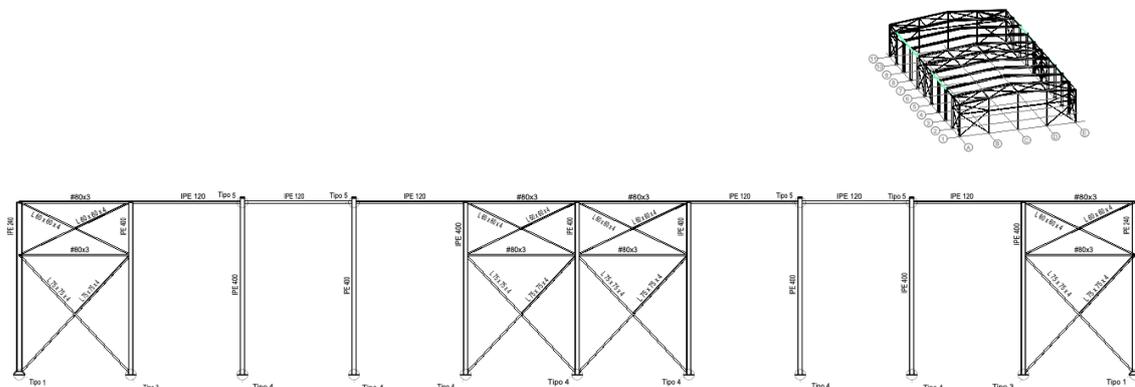


Ilustración 13. Viga perimetral.

Como ya se ha dicho anteriormente, la viga perimetral hace de unión entre los diferentes pórticos que forman el conjunto de la estructura. De este modo, les permite dar suficiente rigidez y estabilidad como para afrontar cualquier tipo de acción nombrada.

En este caso, la podemos encontrar en las alineaciones A y E. La viga perimetral ha sido resuelta mediante un perfil IPE 120 de acero S275.

6.6.5. Viga contraviento.

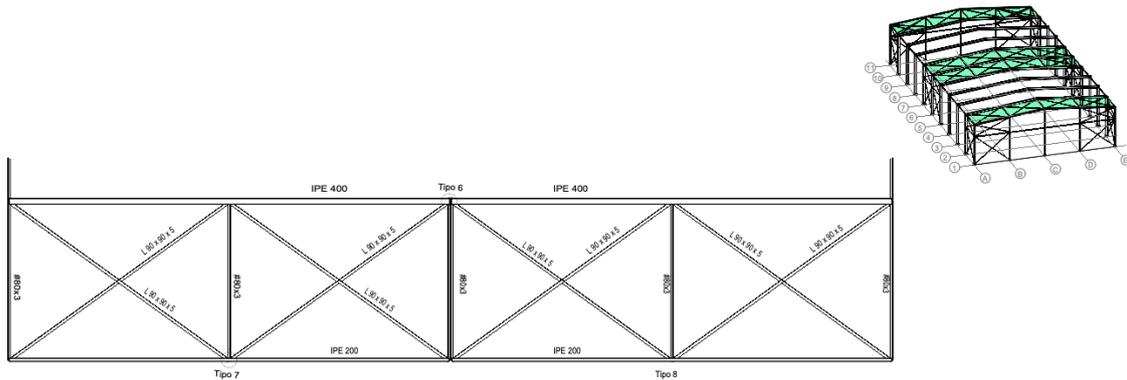


Ilustración 14. Viga contraviento (primer vano).

Como se observa en la *Ilustración 14*, las vigas contraviento tipo Prat están situadas sobre el plano de la cubierta en los vanos 1, 5, 6 y 10. Éstas permiten hacer frente a la acción del viento que aparece en el plano perpendicular a los pórticos de fachada.

Las vigas contraviento están formadas por montantes de perfiles tubulares SHS 80x3 y diagonales de perfiles L 90x90x5.

6.6.6. Arriostramiento lateral.

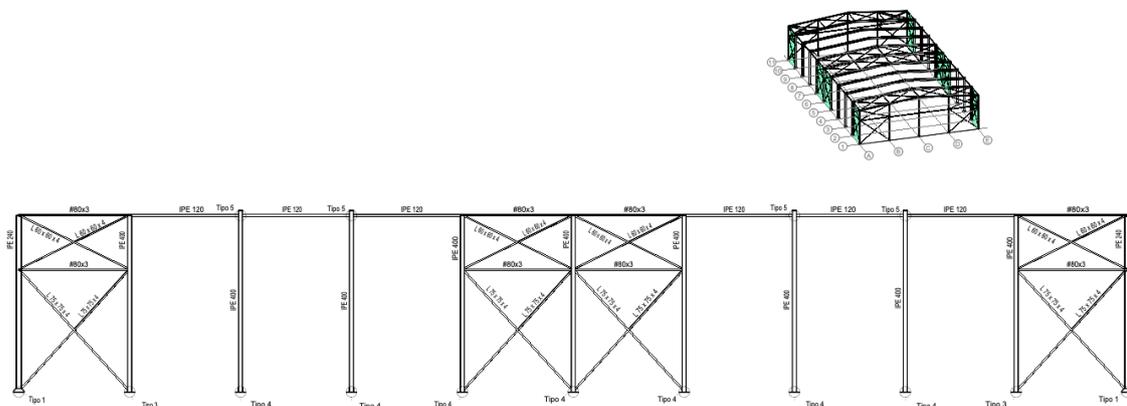


Ilustración 15. Fachada lateral.

Los arriostramientos laterales se encuentran en las fachadas laterales situados en las alineaciones A y E. Cabe destacar que el uso de estos arriostramientos, tanto los exteriores como los interiores, permiten una mayor y mejor transmisión de los esfuerzos provenientes de las vigas contraviento hacia las cimentaciones.

Los arriostramientos están formados por un sistema de cruces de San Andrés y presentan un perfil L 60x60x4 de acero S275 para las diagonales y un perfil tubular SHS 80x3 para los montantes.

6.6.7. Correas.

Las correas es otro de los elementos fundamentales para la estabilidad de una estructura. Sus funciones son las de unir los pórticos, ofrecer apoyo para los cerramientos y soportar los esfuerzos que pueden producirse sobre este y transmitirlos a los pilares y jácenas. Es por ello que encontramos dos tipos de correas: en cubierta y en laterales.

Las correas en cubierta están situadas en la parte superior de la estructura soportando los esfuerzos del cerramiento de la cubierta y las acciones que pueda soportar este. En este caso, se ha optado por una solución de 20 correas, 10 correas por cada faldón, a una separación entre ellas de 1.5 metros de distancia. Para ello se ha utilizado acero conformado S235 con un perfil CF-180x2.0.

Las correas en laterales están situadas en los laterales de la estructura, sujetando los cerramientos laterales y soportando y transmitiendo toda acción que afecte a los laterales de la estructura, como por ejemplo, la acción del viento. Para su distribución se ha optado por un total de 12 correas, 6 en cada lateral, separadas entre si 1.5 metros de distancia y utilizando un acero laminado S275 con un perfil IPE 100.

Las longitudes de estas correas nombradas anteriormente serán las necesarias si se tiene en cuenta que se parte de una separación entre pórticos de 5 metros.

7. Resumen del presupuesto.

1. Acondicionamiento del terreno.	31,793.39
1.1. Movimiento de tierras en edificación.	8,335.89
1.1.1. Desbroce y limpieza del terreno.	3,583.66
1.1.2. Excavaciones.	4,752.23
1.2. Nivelación.	23,457.50
2. Cimentación.	27,472.98
2.1. Regularización.	1,538.68
2.1.1. Hormigón de limpieza.	1,538.68
2.2. Superficiales.	23,067.80
2.2.1. Zapatas.	23,067.80
2.3. Arriostramientos.	2,866.50
2.3.1. Vigas entre zapatas.	2,866.50
3. Estructuras.	126,677.31
3.1. Acero.	126,677.31
3.1.1. Montajes industrializados.	88,215.65
3.1.2. Pilares.	5,427.82
3.1.3. Estructuras para cubiertas.	33,033.84
4. Elementos constructivos.	195,638.29
4.1. Fachadas y particiones.	110,332.79
4.1.1. Fachadas ligeras.	27,263.72
4.1.2. Fachadas pesadas.	83,069.07
4.2. Carpintería, cerrajería, vidrios.	46,207.70
4.2.1. Puertas automáticas acceso peatonal.	13,493.62
4.2.2. Carpintería exterior.	16,211.74
4.2.3. Puertas de uso industrial.	16,502.34
4.3. Cubiertas.	43,834.32
4.3.1. Componentes de cubiertas inclinadas.	43,834.32

5. Urbanización interior de la parcela.	20,562.61
5.1. Cerramientos exteriores.	2,347.09
5.2. Pavimentos exteriores.	18,215.52
6. Gestión de residuos.	1,195.85
Presupuesto de Ejecución del Material (P.E.M.)	408,076.95
13% Gastos Generales	53,050.00
6% Beneficio Industrial.	24,484.62
Presupuesto Ejecución por Contrata (P.E.C.)	485,611.57
21% I.V.A.	101,978.43
Presupuesto Ejecución por Contrata (P.E.C.) + I.V.A	587,590.00

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata (incl. IVA) a la expresada cantidad de **QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA EUROS.**

DOCUMENTO II. ANEXO DE CÁLCULO.

ÍNDICE

1. Introducción.	5
2. Modelo estructural.	5
3. Materiales.	6
3.1. Acero.	6
3.2. Hormigón.	7
4. Acciones sobre el edificio.	8
4.1. Acciones permanentes.	8
4.2. Acciones variables.	9
4.2.1. Sobrecarga de uso.	9
4.2.2. Sobrecarga de viento.	9
4.2.2.1. Presión dinámica.	10
4.2.2.2. Coeficiente exposición.	11
4.2.2.3. Coeficiente eólico.	12
4.2.3. Sobrecarga de nieve.	13
4.2.3.1. Coeficiente de forma.	13
4.2.3.2. Valor característico de la carga de nieve.	13
5. Bases de cálculo.	14
5.1. Estados límite.	14
5.1.1. Situaciones del proyecto.	15
6. Estructura metálica.	17
6.1. Pórtico interior.	18
6.2. Pórtico fachada.	20
6.3. Sistema de arriostramiento.	24
6.3.1. Viga contraviento.	24
6.3.1.1. Vigas contraviento en los extremos.	25
6.3.1.2. Vigas contraviento centrales.	29
6.3.2. Arriostramiento lateral.	33
6.4. Viga perimetral.	36
6.5. Correas.	38
6.5.1. Correas en cubierta.	38
6.5.2. Correas laterales.	43
6.6. Placas de anclaje.	49
6.6.1. Placa de anclaje tipo 1.	49
6.6.2. Placa de anclaje tipo 3.	53
6.6.3. Placa de anclaje tipo 4.	57
7. Cimentaciones.	60
7.1. Zapata Z1.	61
7.2. Zapata Z2.	64
7.3. Zapata Z3.	67
7.4. Viga de atado.	70

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 4. Características Acero S275JR.	7
Tabla 5. Características Acero S235JR.	7
Tabla 6. Características Acero B500S.	7
Tabla 7. Características hormigón no estructural.	8
Tabla 8. Características hormigón estructural.	8
Tabla 9. Valores característicos de las sobrecargas de uso.	9
Tabla 10. Coeficientes para el tipo de grado de aspereza del entorno.	11
Tabla 11. Coeficientes eólicos en fachada.	12
Tabla 12. Coeficientes eólicos en cubierta.	12
Tabla 13. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m ²)	14
Tabla 14. Normativa aplicada para cada estado límite.	15
Tabla 15. Valores de los coeficientes de seguridad parciales.	16
Tabla 16. Valores de los coeficientes de combinación de acciones variables.	16
Tabla 17. Notación.	18

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 16. Nave industrial vista 3D	5
Ilustración 17. Velocidades básicas del viento según zonas geográficas.	10
Ilustración 18. Zonas climáticas invernales.	14
Ilustración 19. Pórtico interior (alineación 9).	18
Ilustración 20. Pórtico de fachada (alineación 1).	20
Ilustración 21. Viga contraviento del vano 10.	25
Ilustración 22. Viga contraviento del vano 6.	25
Ilustración 23. Arriostramiento lateral del vano 1.	33
Ilustración 24. Viga perimetral del vano 3.	36
Ilustración 25. Zapata tipo 1.	61
Ilustración 26. Zapata tipo 2.	64
Ilustración 27. Zapata tipo 3.	67
Ilustración 28. Viga de atado.	70

1. Introducción.

En este *DOCUMENTO II. ANEXO DE CÁLCULO* se pretende demostrar de forma analítica todo el proceso de cálculo para la correcta realización de esta nave industrial.

En este documento encontraremos los conceptos teóricos sobre los que se basa el cálculo estructural. Partiremos indicando las acciones que van a afectar a nuestro edificio industrial, posteriormente analizaremos y comprobaremos aquellos elementos más importantes de la estructura metálica. Finalmente, se realizará el cálculo de las cimentaciones, para ofrecer a la estructura la mayor estabilidad, confort y resistencia posible.

Todo ello, basándonos y cumpliendo la normativa correspondiente en cada caso. Además, para el correcto análisis y cálculo se hará uso de, en primera instancia, el “Generador de pórticos” y posteriormente el “Cype3D”.

2. Modelo estructural.

La nave industrial mostrada a continuación, consta de pórticos a dos aguas formando unas dimensiones de 1375 m² distribuidos en 8 pórticos interiores y 2 pórticos de fachada, haciendo un total de 10 vanos. Los pórticos están separados entre si por una crujía de 5 metros de distancia, disponiendo así de una profundidad de la nave de 50 metros.

Los pórticos de fachada están formados por 3 pilares interiores y 2 pilares exteriores. Todos ellos separados entre si 6.75 metros, obteniéndose así una luz de la nave industrial de 27.5 metros.

La altura de la cabeza del pilar es de 8 metros, mientras que la altura de coronación es de 9.424 metros.

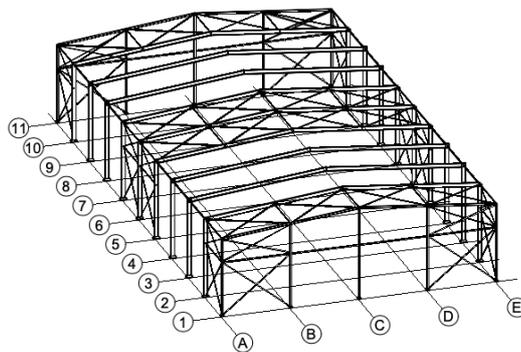


Ilustración 16. Nave industrial vista 3D.

Cada pórtico interior está formado por 2 pilares y una jácena de acero S275 con un perfil IPE 400. Los pórticos de fachada presentan 5 pilares cada uno de ellos de acero S275 con un perfil de IPE 240, y una jácena del mismo acero con un perfil IPE 200.

En los pórticos de fachada encontramos dos arriostramientos en los extremos, formados por unos tirantes de perfil L 90x90x5 en la parte inferior, otros de perfil L 75x75x4 en la parte superior y unos montantes de perfil SHS 120x4.0 situados a 5.54 metros del suelo.

En la cubierta encontramos las vigas contraviento, formadas por montantes de perfil SHS 80x3.0 y unos tirantes con un perfil L 90x90x5. En la parte central de la cubierta, en los vanos 5 y 6, encontramos esta misma distribución dispuesta para la junta de dilatación.

En las fachadas laterales encontramos los arriostramientos de las vigas contraviento y de la junta de dilatación, todos ellos están compuestos por unos tirantes de perfil L 75x75x4 en la parte inferior, otros con un perfil L 60x60x4 en la parte superior, y unos montantes con un perfil SHS 80x3.0 a una distancia de 5.54 metros del suelo.

Por último, la viga perimetral que une todos los pórticos y recorre toda la fachada lateral está formada por un perfil IPE 120. Las correas que soportan los cerramientos están distribuidas uniformemente por las jácenas y los pilares de forma que nos queda una distribución de 20 correas en la cubierta a una distancia de 5 metros cada una de ellas con un perfil CF-180x2.0, y 6 correas en cada fachada lateral con una separación de 1.5 metros entre si y utilizando un perfil IPE 100.

3. Materiales.

3.1. Acero.

El acero es el material predilecto para este tipo de estructuras metálicas. Para la realización de esta nave industrial se ha utilizado diferentes tipos de acero:

- Acero laminado S275JR: utilizado para los perfiles IPE, SHS, L. Así como también para las placas base y los rigidizadores de la placa de anclaje.

- Acero conformado S235JR: utilizado para los perfiles CF de las correas en cubierta.
- Acero corrugado B500S: utilizado para el atado de las zapatas, las vigas de atado y los pernos de anclaje.

A continuación, se muestran algunas de las características de los tipos de acero mencionados.

S275JR	Módulo de Elasticidad	E (GPa)	210
	Coefficiente de Poisson	ν	0.3
	Módulo de cortadura	G (MPa)	81000
	Límite elástico	f_y (MPa)	275
	Coefficiente de dilatación	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	0.000012
	Peso específico	γ (kN/m ³)	77.01

Tabla 4. Características Acero S275JR.

S235JR	Módulo de Elasticidad	E (GPa)	210
	Coefficiente de Poisson	ν	0.3
	Módulo de cortadura	G (MPa)	80769.23
	Límite elástico	f_y (MPa)	235
	Coefficiente de dilatación	$\alpha \cdot t$ (m/m°C)	0.000012
	Peso específico	γ (kN/m ³)	77.01

Tabla 5. Características Acero S235JR.

B500S	Módulo de Elasticidad	E (GPa)	200
	Límite elástico	f_y (MPa)	500

Tabla 6. Características Acero B500S.

3.2. Hormigón.

Para garantizar que la estructura metálica tenga una buena estabilidad y que no sufra ningún efecto de desbordamiento, vuelco y/o hundimiento es necesario una buena cimentación, para ello, haremos uso del hormigón. En este proyecto encontramos dos tipos de hormigón:

- Hormigón de limpieza: HL – 150/F/20. Usado como solera de asiento para las zapatas.

HL – 150/F/20	Dosificación mínima cemento (kg/m ³)	150
	Consistencia	Fluida
	Tamaño árido (mm)	20

Tabla 7. Características hormigón no estructural.

- Hormigón armado: HA – 25/F/20/XC2. Usado para las zapatas y vigas de atado.

HA – 25/F/20/XC2	Resistencia caract. específica (N/mm ²)	150
	Consistencia	Fluida
	Tamaño árido (mm)	20
	Clase de exposición	XC2

Tabla 8. Características hormigón estructural.

4. Acciones sobre el edificio.

Toda perturbación que altera un sistema cambiando su estado inicial se denomina acción, su efecto se traduce sobre la estructura en tensiones, deformaciones, etc. Las acciones que influyen en el cálculo estructural de esta obra se recogen en el documento básico *DB SE-AE de Acciones de la Edificación* y se distinguen, según la variación temporal, entre acciones permanentes (**G**), acciones variables (**Q**) y acciones accidentales (**A**).

4.1. Acciones permanentes.

Las acciones permanentes son aquellas que se mantienen constantes en posición y actúan en todo momento. Respecto a su magnitud, se puede considerar constante o no, en este segundo caso, se considerará de variación despreciable o que tiende monótonamente hasta a un valor límite. En este proyecto se encuentran:

- Peso del cerramiento de paneles tipo sándwich en fachada y cubierta: **0.15 kN/m²**.
- Peso de las correas en cubierta de perfil CF-180x2.0: **0.04 kN/m²**.
- Peso de las correas laterales de perfil IPE 100: **0.03 kN/m²**.
- Peso propio de la estructura (obtenido a partir del peso de los perfiles de acero que se encuentran en ella y teniendo en cuenta la densidad del acero): **78.50 kN/m³**.

4.2. Acciones variables.

Las acciones variables son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura y varían su valor en función del momento que son medidas. Se caracterizan por tener tendencia a ser originadas por aspectos climáticos. En este proyecto, encontramos varias acciones variables que afectan directamente al cálculo de la estructura, como son: la sobrecarga de uso, la sobrecarga del viento y la sobrecarga de nieve.

4.2.1. Sobrecarga de Uso.

La sobrecarga de uso hace referencia al peso de aquello que puede gravitar en la estructura por razón de su uso. A efectos de cálculo se suele definir como una carga distribuida uniformemente en la planta de la nave. En este proyecto, por su categoría de uso (según indica la normativa del CTE), tendremos una carga uniforme de **0.4 kN/m²**. Dado que pertenece a la subcategoría *G1: Cubiertas ligeras sobre correas*.

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

Tabla 9. Valores característicos de las sobrecargas de uso.

4.2.2. Sobrecarga de viento.

Cabe destacar que el cálculo de la acción del viento depende de varios factores. La distribución y el valor de las presiones que ofrece el viento y que afectan a la nave industrial dependerán de la forma y las dimensiones que esta tenga, así

como de la permeabilidad de la superficie, sus características y las del viento (intensidad y dirección).

Para el cálculo de la acción del viento se tiene en cuenta la siguiente ecuación:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (1)$$

Donde:

q_b es la *presión dinámica* del viento y varía con el emplazamiento geográfico de la obra.

c_e es el *coeficiente de exposición* y varía con la altura y el grado de aspereza.

c_p es el *coeficiente eólico* y varía en función de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

4.2.2.1. Presión dinámica.

La presión dinámica del viento depende de la velocidad media del viento en una zona geográfica específica, y sigue la expresión:

$$q_b = 0.5 \cdot \delta \cdot v_b^2 \quad (2)$$

Donde:

δ es la densidad del aire: 1.25 kg/m³.

v_b es la velocidad media del viento.

En la siguiente ilustración se observan las tres zonas específicas que presenta nuestro territorio.

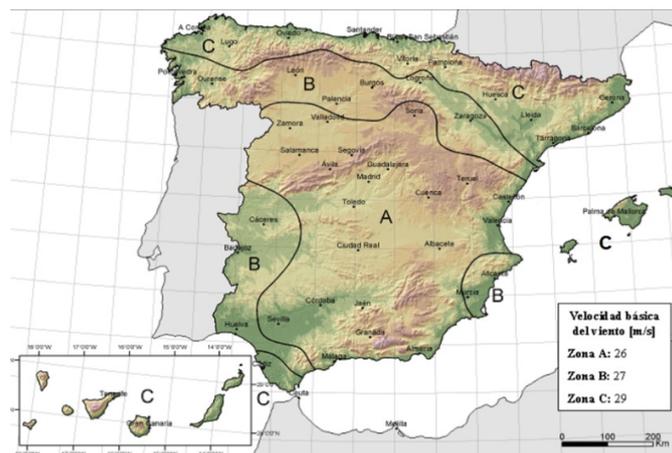


Ilustración 17. Velocidades básicas del viento según zona geográfica.

La parcela escogida para nuestro edificio industrial se encuentra en el municipio de Ulldecona por lo que pertenece a la *Zona B*, que presenta una velocidad básica de 27 m/s y una presión dinámica del viento de **0.45 kN/m²**.

4.2.2.2. Coeficiente de exposición.

El coeficiente de exposición es el encargado de contabilizar el efecto de las turbulencias originadas por el terreno. Depende del grado de aspereza y de la altura del punto considerado.

El grado de aspereza queda manifestado en la normativa vigente y depende del entorno donde se sitúa el edificio industrial. El grado de aspereza al que pertenece la nave industrial de este proyecto es el *IV Zona urbana en general, industrial o forestal*.

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

Tabla 10. Coeficientes para el tipo de grado de aspereza del entorno.

Como se ha dicho anteriormente, el coeficiente de exposición también depende de la altura del punto considerado. Y siempre consideraremos como altura de referencia el punto más alto del edificio, es decir, la altura de coronación o cumbre.

Así pues, siguiendo las siguientes expresiones se podrá calcular el valor del coeficiente de exposición c_e .

$$c_e = F \cdot (F + 7 \cdot k) \quad (3)$$

Donde:

F es el coeficiente de rugosidad.

$$F = k \cdot \ln\left(\frac{\max(z,Z)}{L}\right) \quad (4)$$

Donde:

k es un factor del terreno.

L es la longitud de la rugosidad.

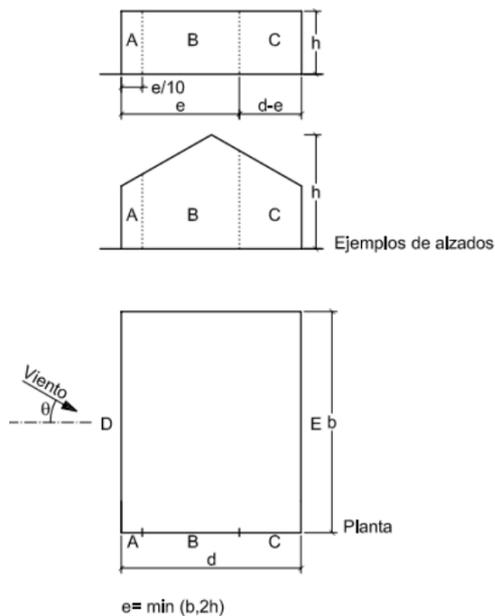
Z es la altura mínima a considerar.

4.2.2.3. Coeficiente eólico.

La acción del viento no afecta por igual a toda la superficie de la nave. Esta dependerá de la dirección relativa del viento, de la posición del elemento, de la forma de la nave, del área de influencia, etc.

Para el cálculo de los coeficientes eólicos se tendrán en cuenta una serie de tablas recogidas por la normativa DB SE-AE, donde su parámetro más destacable es la esbeltez reducida.

Por un lado, para el cálculo del coeficiente eólico en las fachadas de la nave industrial se seguirá la tabla 11.



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

Tabla 11. Coeficientes eólicos en fachada.

Por otro lado, el cálculo del coeficiente eólico en la cubierta se llevará a cabo mediante la tabla 12.

h _p /h	A (m ²)	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		F	G	H	I	
Bordes con aristas	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2	
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-0,2	
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	-0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	-0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	-0,2	

Tabla 12. Coeficientes eólicos en cubierta.

4.2.3. Sobrecarga de nieve.

Según en la zona geográfica en la que nos encontremos, esta acción será más o menos influenciada en el cálculo de la estructura, su distribución e intensidad sobre la nave depende fuertemente del clima del lugar.

A efectos de cálculo, la acción de la nieve se calcula siguiendo la ecuación:

$$q_n = \mu \cdot s_k \quad (5)$$

Donde:

μ es el *coeficiente de forma* de la cubierta y depende del ángulo de inclinación de la cubierta.

s_k es el *valor característico* de la carga de nieve y depende de la altitud y zona climática.

4.2.3.1. Coeficiente de forma.

El coeficiente de forma hace referencia a la sedimentación de la nieve sobre las cubiertas. Depende fundamentalmente del ángulo que presenta la cubierta sobre la horizontal, de modo que:

- Si $\alpha < 30^\circ \rightarrow \mu=1$
- Si $\alpha \geq 60^\circ \rightarrow \mu=0$
- Resto \rightarrow Interpolar linealmente

En este proyecto, dado que la cubierta presenta una pendiente del 10.36%, es decir, un ángulo de inclinación de 5.915° estaremos en la situación de $\alpha < 30^\circ$, y por lo tanto, $\mu=1$.

4.2.3.2. Valor característico de la carga de nieve.

Para el cálculo del valor característico de la carga de nieve se tendrán en cuenta diversas tablas regidas por la normativa vigente, así como la zona de clima invernal en la que se encuentra la parcela seleccionada para este proyecto.

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).



Ilustración 18. Zonas climáticas invernales.

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

Tabla 13. Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²).

Así pues, teniendo en cuenta que la parcela donde está situada la nave industrial pertenece a la *Zona 2* y que presenta una altitud de 133 metros sobre el nivel del mar, se obtendrá que para el cálculo de la sobrecarga de nieve se hará uso de un valor característico de la carga de nieve de **0.5 kN/m²**. Y, por lo tanto, se obtiene una sobrecarga de nieve de **0.5 kN/m²**.

5. Bases de cálculo.

5.1. Estados límite.

Para el cálculo de la estructura se tendrán en cuenta una serie de limitaciones que de ser superadas se considerará que no cumple algún requisito estructural y por tanto no podrá llevarse a cabo el proyecto. Es por eso que, estos estados límites están recogidos en la normativa.

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

Tabla 14. Normativa aplicada para cada estado límite.

El estado límite último (*E.L.U.*) representa los valores mínimos que debe contener la estructura para garantizar la resistencia y estabilidad, y por lo tanto, la seguridad de las personas. Es decir, que no pueda producirse ningún fallo por deformación, rotura o inestabilidad y que no padezca ninguna pérdida de equilibrio.

El estado límite de servicio (*E.L.S.*) hace referencia a los límites estructurales para garantizar el confort, la integridad y la apariencia de la estructura. Es importante tener en cuenta en este apartado los efectos de las deformaciones, las vibraciones y el deterioro de la estructura.

5.1.1. Situaciones de proyecto.

Para la ejecución de la capacidad portante y de la aptitud al servicio del edificio se han utilizado diferentes expresiones con tal de que la combinación de acciones se vea reflejada en el cálculo estructural.

La primera de ellas, utilizada par el cálculo de la capacidad portante (*E.L.U*) se realizará con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki} \quad (6)$$

La segunda expresión, se utilizará para el cálculo de la aptitud al servicio (*E.L.S*) y se realizará sin coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} Q_{ki} \quad (7)$$

Los parámetros utilizados en ambas expresiones serán los siguientes:

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.

Los coeficientes parciales de seguridad de cada una de las acciones se recogen en la siguiente *Tabla 15*. Del mismo modo, se recogen los coeficientes de combinación de acciones variables en la *Tabla 16*.

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

Tabla 15. Valores de los coeficientes de seguridad parciales.

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Tabla 16. Valores de los coeficientes de combinación de acciones variables.

6. Estructura metálica.

Para el cálculo y la comprobación de los criterios ya mencionados anteriormente se ha utilizado la siguiente notación extraída del programa 'Cype':

Notación:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

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

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

$L_{b\text{sup}}$: Separación entre arriostramientos del ala superior.

$L_{b\text{inf}}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior.

N_i : Nudo inicial.

N_f : Nudo final.

Ref.: Referencia.

A: Área de la sección transversal.

A_{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'.

A_{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'.

I_{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'.

I_{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'.

I_t : Inercia a torsión.

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

$\bar{\lambda}$: 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.

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.

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

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

- (5) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- (6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- (7) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- (8) 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.
- (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Tabla 17. Notación.

6.1. Pórtico interior.

Como se ha comentado anteriormente, la estructura de esta nave esta formada por 8 pórticos interiores separados 5 metros entre sí, y presentan una luz de 27.5 metros. Estos pórticos presentan una estructura como la siguiente:

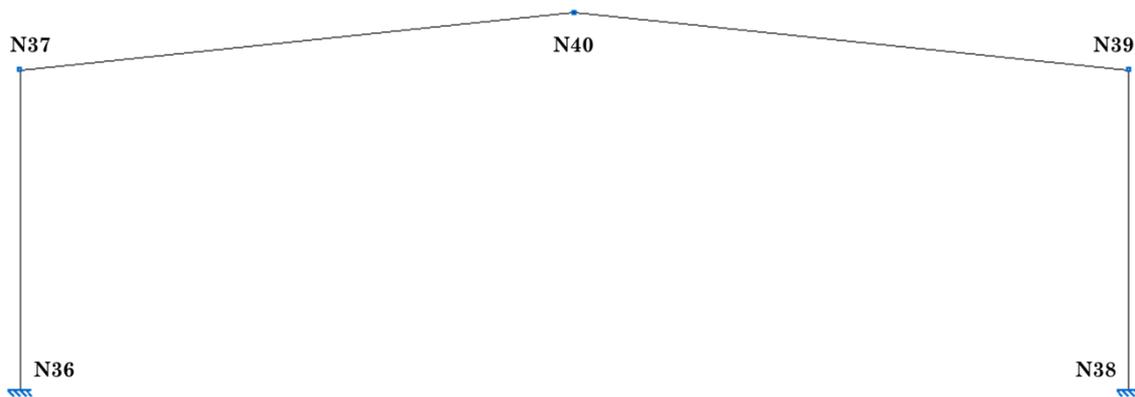


Ilustración 19. Pórtico interior (alineación 9).

A continuación, se indica la tipología del material y las características que presentan los elementos que conforman estos pórticos interiores, así como las comprobaciones del cumplimiento de los estados límites y las flechas.

En este caso, se ha centrado el cálculo en el pórtico perteneciente a la alineación 9. Además, se mostrará la geometría y la descripción de los elementos de este tipo de estructura obtenidos por el programa “Cype3D”.

Descripción de los elementos estructurales.

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	N36/N37	N36/N37	IPE 400 (IPE)	8.000	0.70	1.39	-	-
		N38/N39	N38/N39	IPE 400 (IPE)	8.000	0.70	1.39	-	-
		N37/N40	N37/N40	IPE 400 (IPE)	13.824	0.00	1.99	-	-

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N39/N40	N39/N40	IPE 400 (IPE)	13.824	0.00	1.99	-	-

Características mecánicas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N36/N37, N38/N39, N37/N40 y N39/N40

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.28

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)						
N36/N37	8.000	2.04	8.000	26.27	8.000	3.64	8.000	49.33
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6
N38/N39	8.000	2.04	8.000	26.27	8.000	3.64	8.000	49.33
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6
N37/N40	6.221	0.00	7.603	18.55	6.221	0.00	7.603	36.30
	6.221	L/(>1000)	7.603	L/745.2	6.221	L/(>1000)	7.603	L/745.6
N39/N40	6.221	0.00	7.603	18.55	6.221	0.00	7.603	36.30
	6.221	L/(>1000)	7.603	L/745.2	6.221	L/(>1000)	7.603	L/745.6

Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N36/N37	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 8 m $\eta = 83.0$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.5$
N38/N39	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 8 m $\eta = 83.0$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.5$
N37/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 13.824 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 12.4$	x: 0 m $\eta = 83.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 11.0$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 94.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 94.5$
N39/N40	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 13.824 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 12.4$	x: 0 m $\eta = 83.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 11.0$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 94.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 94.5$

Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p _{simos}						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N36/N37	86.52	8.000	-78.056	0.000	-58.588	0.00	284.10	0.00	G	Cumple
N38/N39	86.52	8.000	-78.056	0.000	58.588	0.00	-284.10	0.00	G	Cumple
N37/N40	94.50	0.000	-66.247	0.000	-70.922	0.00	-284.10	0.00	G	Cumple
N39/N40	94.50	0.000	-66.247	0.000	-70.922	0.00	-284.10	0.00	G	Cumple

6.2. Pórtico fachada.

Los pórticos de fachada están formados por 3 pilares interiores y 2 pilares extremos, separados entre si 6.875 metros, constituyendo así una luz del pórtico de 27.5 metros. A continuación, se muestra la tipología de este de pórtico. El pórtico representado corresponde al pórtico fachada situado en la alineación 1.

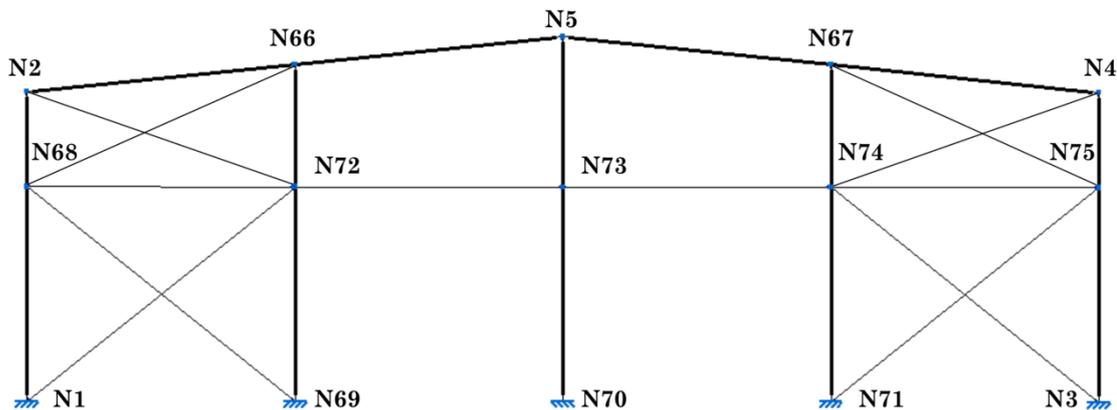


Ilustración 20. Pórtico de fachada (alineación 1).

En las siguientes tablas se muestra la descripción del elemento estructural que forma este pórtico (descripción y características mecánicas del material), así como las comprobaciones a los estados límites últimos, resistencia y la flecha relativa de cada una de las barras del pórtico.

Descripción de los elementos estructurales.

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	L _{Sup.} (m)	L _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N1/N68	N1/N2	IPE 240 (IPE)	5.544	0.70	0.70	5.544	1.500
		N68/N2	N1/N2	IPE 240 (IPE)	2.456	1.00	1.00	2.456	1.500
		N3/N75	N3/N4	IPE 240 (IPE)	5.544	0.70	0.70	1.500	5.544

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N75/N4	N3/N4	IPE 240 (IPE)	2.456	1.00	1.00	1.500	2.456
		N2/N66	N2/N5	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N66/N5	N2/N5	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N4/N67	N4/N5	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N67/N5	N4/N5	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N69/N72	N69/N66	IPE 240 (IPE)	5.544	0.70	1.19	-	-
		N72/N66	N69/N66	IPE 240 (IPE)	3.168	1.00	2.08	-	-
		N70/N73	N70/N5	IPE 240 (IPE)	5.544	0.70	1.19	-	-
		N73/N5	N70/N5	IPE 240 (IPE)	3.880	1.00	1.70	-	-
		N71/N74	N71/N67	IPE 240 (IPE)	5.544	0.70	1.19	-	-
		N74/N67	N71/N67	IPE 240 (IPE)	3.168	1.00	2.08	-	-
		N68/N72	N68/N72	#120x4 (Huecos cuadrados)	6.875	1.00	1.00	-	-
		N72/N73	N72/N73	#120x4 (Huecos cuadrados)	6.875	1.00	1.00	-	-
		N73/N74	N73/N74	#120x4 (Huecos cuadrados)	6.875	1.00	1.00	-	-
		N74/N75	N74/N75	#120x4 (Huecos cuadrados)	6.875	1.00	1.00	-	-
		N71/N75	N71/N75	L 90 x 90 x 5 (L)	8.832	0.00	0.00	-	-
		N3/N74	N3/N74	L 90 x 90 x 5 (L)	8.832	0.00	0.00	-	-
		N69/N68	N69/N68	L 90 x 90 x 5 (L)	8.832	0.00	0.00	-	-
		N1/N72	N1/N72	L 90 x 90 x 5 (L)	8.832	0.00	0.00	-	-

Características mecánicas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N69/N66, N70/N5 y N71/N67
2	N2/N5 y N4/N5
3	N68/N72, N72/N73, N73/N74 y N74/N75
4	N71/N75, N3/N74, N69/N68 y N1/N72
5	N68/N66, N72/N2, N74/N4 y N67/N75

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
		2	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
		3	#120x4, (Huecos cuadrados)	18.00	7.73	7.73	396.40	396.40	638.85

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
		4	L 90 x 90 x 5, (L)	8.88	4.25	4.25	67.67	67.67	0.73
		5	L 75 x 75 x 4, (L)	5.93	2.84	2.84	31.43	31.43	0.31

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)	
N1/N2	5.197	16.13	3.118	1.43	5.197	30.89	3.465	2.15	
	3.118	L/453.4	3.118	L/(>1000)	3.118	L/453.4	3.118	L/(>1000)	
N3/N4	5.197	16.13	3.118	1.43	5.197	30.89	3.465	2.15	
	3.118	L/453.4	3.118	L/(>1000)	3.118	L/453.4	3.118	L/(>1000)	
N2/N5	2.765	6.82	3.110	9.13	2.765	11.73	3.110	13.43	
	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.7	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.9	
N4/N5	2.765	6.82	3.110	9.13	2.765	11.73	3.110	13.43	
	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.7	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.9	
N69/N66	4.851	14.76	5.197	17.02	4.851	29.01	5.197	32.72	
	4.851	L/590.2	5.197	L/511.8	4.851	L/590.2	5.197	L/511.9	
N70/N5	5.197	13.11	5.197	22.83	5.197	26.23	5.544	43.85	
	5.197	L/718.6	5.197	L/412.9	5.197	L/718.6	5.197	L/412.9	
N71/N67	4.851	14.76	5.197	17.02	4.851	29.01	5.197	32.72	
	4.851	L/590.2	5.197	L/511.8	4.851	L/590.2	5.197	L/511.9	
N68/N72	5.156	0.00	3.438	4.86	5.156	0.00	3.438	4.85	
	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	
N72/N73	3.438	0.00	3.438	4.86	3.867	0.00	3.438	4.85	
	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	
N73/N74	3.438	0.00	3.438	4.86	3.438	0.00	3.438	4.85	
	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	
N74/N75	2.578	0.00	3.438	4.86	6.016	0.00	3.438	4.85	
	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	-	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	
N71/N75	8.280	0.00	7.176	0.00	8.280	0.00	7.176	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N3/N74	5.520	0.00	8.280	0.00	5.520	0.00	8.280	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N69/N68	6.624	0.00	6.624	0.00	6.624	0.00	6.624	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	
N1/N72	6.072	0.00	7.728	0.00	7.728	0.00	7.728	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w,max}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N1/N68	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 15.3$	x: 0 m $\eta = 42.5$	x: 0 m $\eta = 53.5$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 86.6$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.6$
N68/N2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.456 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 39.0$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 50.3$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 50.3$
N3/N75	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 15.3$	x: 0 m $\eta = 29.6$	x: 0 m $\eta = 53.5$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 88.9$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 88.9$
N75/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.456 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 39.0$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 49.2$
N2/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.346 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 6.912 m $\eta = 90.7$	x: 6.912 m $\eta = 8.9$	x: 6.912 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 6.912 m $\eta = 95.4$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 95.4$
N66/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 10.3$	x: 0 m $\eta = 90.7$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.7$
N4/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.346 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 6.912 m $\eta = 90.7$	x: 6.912 m $\eta = 8.9$	x: 6.912 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 6.912 m $\eta = 95.4$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 95.4$
N67/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 10.3$	x: 0 m $\eta = 90.7$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.7$
N69/N72	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 16.6$	x: 0 m $\eta = 76.0$	x: 5.544 m $\eta = 13.4$	x: 0 m $\eta = 13.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 82.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 82.2$
N72/N66	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.168 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 38.9$	x: 0 m $\eta = 13.4$	x: 3.168 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 53.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.7$
N70/N73	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 14.9$	x: 0 m $\eta = 84.2$	x: 5.544 m $\eta = 9.7$	x: 0 m $\eta = 13.5$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 88.1$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 88.1$
N73/N5	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.88 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 10.2$	x: 0.388 m $\eta = 42.4$	x: 0 m $\eta = 9.7$	x: 3.88 m $\eta = 7.2$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 53.9$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.9$
N71/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 16.6$	x: 0 m $\eta = 76.0$	x: 5.544 m $\eta = 13.4$	x: 0 m $\eta = 13.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 82.2$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 82.2$
N74/N67	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.168 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 7.1$	x: 0 m $\eta = 38.9$	x: 0 m $\eta = 13.4$	x: 3.168 m $\eta = 7.5$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 53.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 53.7$
N68/N72	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.43 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 9.9$	x: 3.438 m $\eta = 5.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.438 m $\eta = 15.4$	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.4$
N72/N73	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.43 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.9$	x: 3.438 m $\eta = 5.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.438 m $\eta = 7.9$	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.9$
N73/N74	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.43 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 1.9$	x: 3.438 m $\eta = 5.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.438 m $\eta = 7.9$	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.9$
N74/N75	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.43 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 9.9$	x: 3.438 m $\eta = 5.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.5$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.438 m $\eta = 15.4$	x: 0.43 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N71/N75	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.0$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.0$
N3/N74	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.8$
N69/N68	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.0$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.0$
N1/N72	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 6.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 6.8$

Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N1/N68	86.56	0.000	-33.691	5.953	14.555	0.00	16.58	5.60	GV	Cumple
N68/N2	50.34	0.000	-11.650	5.682	8.156	0.00	6.22	7.55	GV	Cumple
N3/N75	88.87	0.000	-10.162	10.452	-9.360	0.00	-11.55	10.36	GV	Cumple

Comprobación de resistencia											
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado	
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)			
N75/N4	49.22	0.000	-11.650	-5.682	8.156	0.00	6.22	-7.55	GV	Cumple	
N2/N66	95.36	6.912	1.581	-0.368	11.476	0.00	-14.68	0.62	GV	Cumple	
N66/N5	90.69	0.000	27.177	0.556	-10.710	0.00	-14.68	0.62	GV	Cumple	
N4/N67	95.36	6.912	1.581	0.368	11.476	0.00	-14.68	-0.62	GV	Cumple	
N67/N5	90.69	0.000	27.177	-0.556	-10.710	0.00	-14.68	-0.62	GV	Cumple	
N69/N72	82.23	0.000	-27.801	-0.623	38.781	0.00	70.90	-1.11	GV	Cumple	
N72/N66	53.75	0.000	-22.778	0.789	-0.677	0.00	-37.12	2.50	GV	Cumple	
N70/N73	88.12	0.000	-21.258	0.205	39.021	0.00	80.96	0.35	GV	Cumple	
N73/N5	53.85	0.000	-26.861	-0.454	1.979	0.00	-40.49	-1.76	GV	Cumple	
N71/N74	82.23	0.000	-27.801	0.623	38.781	0.00	70.90	1.11	GV	Cumple	
N74/N67	53.75	0.000	-22.778	-0.789	-0.677	0.00	-37.12	-2.50	GV	Cumple	
N68/N72	15.45	3.438	-12.124	0.000	0.000	0.00	1.11	0.00	GV	Cumple	
N72/N73	7.90	3.438	11.531	0.000	0.000	0.00	1.11	0.00	GV	Cumple	
N73/N74	7.90	3.438	11.531	0.000	0.000	0.00	1.11	0.00	GV	Cumple	
N74/N75	15.45	3.438	-12.124	0.000	0.000	0.00	1.11	0.00	GV	Cumple	
N71/N75	5.99	0.000	13.921	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	
N3/N74	6.80	0.000	15.811	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	
N69/N68	5.99	0.000	13.921	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	
N1/N72	6.80	0.000	15.811	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	

6.3. Sistema de arriostramiento.

En los siguientes apartados se comprobará todo el conjunto del sistema de arriostramiento que permite que la estructura de la nave industrial permanezca firme ante cualquier acción que pudiese desestabilizarla. Este sistema de arriostramiento está formado por vigas contraviento, arriostramiento en la fachada lateral y viga perimetral.

6.3.1. Viga contraviento.

En la estructura de la nave industrial de este proyecto encontramos vigas contraviento situadas en los faldones de los vanos 1, 5, 6, y 10. Estas vigas contraviento presentan una tipología tipo Pratt doble. En la siguiente *Ilustración 21* se muestra una de las dos vigas contraviento que presenta, en los extremos, el edificio industrial. En la *Ilustración 22*, también se muestra una de las dos vigas contraviento que presenta la estructura en su zona central (vanos 5 y 6).

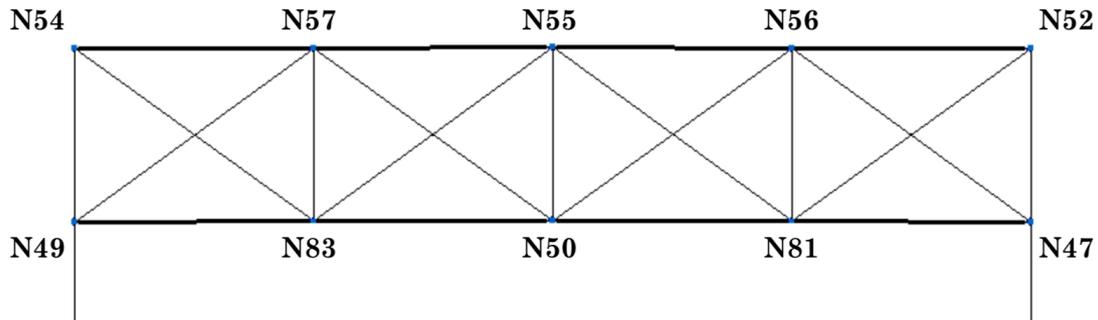


Ilustración 21. Viga contraviento del vano 10.

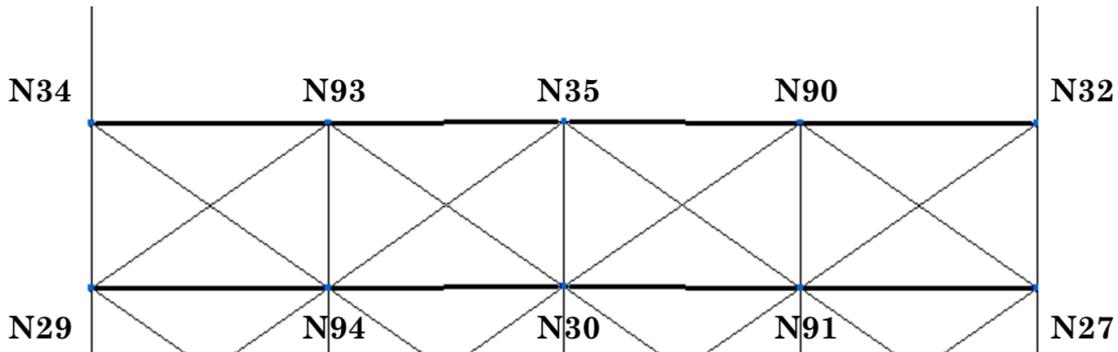


Ilustración 22. Viga contraviento del vano 6.

A continuación, como ya se ha hecho en los apartados anteriores, se mostrará la comprobación de los estados límites y resistencia de los elementos que forman estas vigas contraviento. También se indicará el perfil de acero utilizado para cada una de las barras, así como sus características mecánicas más relevantes.

6.3.1.1. Vigas contraviento en los extremos.

Descripción de los elementos estructurales.

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	N47/N81	N47/N50	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-
		N81/N50	N47/N50	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-
		N49/N83	N49/N50	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-
		N83/N50	N49/N50	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-
		N52/N56	N52/N55	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N56/N55	N52/N55	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N54/N57	N54/N55	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N57/N55	N54/N55	IPE 200 (IPE)	6.912	0.00	1.00	1.500	6.912
		N49/N54	N49/N54	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N47/N52	N47/N52	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N47/N56	N47/N56	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N81/N56	N81/N56	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N81/N55	N81/N55	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N50/N55	N50/N55	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N56/N50	N56/N50	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N52/N81	N52/N81	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N57/N50	N57/N50	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N83/N57	N83/N57	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N54/N83	N54/N83	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N49/N57	N49/N57	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N83/N55	N83/N55	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-

Características mecánicas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N47/N50 y N49/N50
2	N52/N55 y N54/N55
3	N49/N54, N47/N52, N81/N56, N50/N55 y N83/N57
4	N47/N56, N81/N55, N56/N50, N52/N81, N57/N50, N54/N83, N49/N57 y N83/N55

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.28
		2	IPE 200, (IPE)	28.50	12.75	9.22	1943.00	142.00	6.92
		3	#80x3, (Huecos cuadrados)	8.90	3.85	3.85	85.92	85.92	140.54
		4	L 90 x 90 x 5, (L)	8.88	4.25	4.25	67.67	67.67	0.73

Flechas.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N47/N50	8.640	1.29	8.294	19.83	6.566	2.45	7.949	36.49
	8.640	L/(>1000)	8.294	L/697.2	8.640	L/(>1000)	8.294	L/697.6
N49/N50	8.640	1.29	8.294	19.83	6.566	2.45	7.949	36.49
	8.640	L/(>1000)	8.294	L/697.2	8.640	L/(>1000)	8.294	L/697.6
N52/N55	2.765	6.82	3.110	9.13	2.765	11.73	3.110	13.43
	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.7	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.9
N54/N55	2.765	6.82	3.110	9.13	2.765	11.73	3.110	13.43
	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.7	2.765	L/(>1000)	3.110	L/756.9
N49/N54	3.438	0.00	2.500	3.10	3.438	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N47/N52	3.438	0.00	2.500	3.10	3.438	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N47/N56	5.865	0.00	6.931	0.00	7.464	0.00	7.464	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N81/N56	3.125	0.00	2.500	3.10	4.688	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N81/N55	5.865	0.00	1.600	0.00	5.865	0.00	1.600	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N50/N55	3.750	0.00	2.500	3.10	4.063	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N56/N50	6.398	0.00	5.332	0.00	6.398	0.00	6.398	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N52/N81	7.464	0.00	7.998	0.00	6.931	0.00	6.398	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N57/N50	6.398	0.00	7.464	0.00	6.398	0.00	7.464	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N83/N57	2.813	0.00	2.500	3.10	4.063	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N54/N83	4.799	0.00	6.931	0.00	4.799	0.00	6.398	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N49/N57	7.464	0.00	5.865	0.00	7.464	0.00	5.865	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N83/N55	1.066	0.00	0.533	0.00	1.066	0.00	0.533	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Comprobación E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{w1}	Nt	Nc	My	Mz	Vz	Vy	MvVz	MzVy	NMyMz	NMyMzVyVz	Mt	MtVz		MtVy
N47/N81	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 82.8$	x: 6.912 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 95.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 95.0$
N81/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 16.0$	x: 5.875 m $\eta = 48.6$	x: 6.912 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.875 m $\eta = 60.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 60.4$
N49/N83	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 82.8$	x: 6.912 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 95.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 95.0$
N83/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 16.0$	x: 5.875 m $\eta = 48.6$	x: 6.912 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.875 m $\eta = 60.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 60.4$
N52/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.346 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 6.912 m $\eta = 90.7$	x: 6.912 m $\eta = 8.9$	x: 6.912 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 6.912 m $\eta = 95.4$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 95.4$
N56/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 10.3$	x: 0 m $\eta = 90.7$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.7$
N54/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.346 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 6.912 m $\eta = 90.7$	x: 6.912 m $\eta = 8.9$	x: 6.912 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	x: 6.912 m $\eta = 95.4$	x: 0.346 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 95.4$
N57/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 6.2$	x: 0 m $\eta = 10.3$	x: 0 m $\eta = 90.7$	x: 0 m $\eta = 8.9$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 90.7$
N49/N54	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 59.8$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 65.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.3$
N47/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 59.8$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 65.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 65.3$
N81/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 55.1$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 60.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 60.7$
N50/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 36.5$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 41.4$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 41.4$
N83/N57	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 55.1$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 60.4$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 60.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	Nt	Nc	My	Mz	Vz	Vy	MvVz	MzVy	NMyMz	NMyMzVyVz	Mt	MtVz	MtVy	
N47/N56	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 23.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 23.4$
N81/N55	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.3$
N56/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 7.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.0$
N52/N81	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 20.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.9$
N57/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 7.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 7.0$
N54/N83	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 20.9$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 20.9$
N49/N57	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 23.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 23.4$
N83/N55	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 9.3$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 9.3$

Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N47/N81	95.05	0.000	-68.625	-0.036	-70.880	-0.10	-283.45	0.03	G	Cumple
N81/N50	60.36	5.875	-62.626	0.181	0.537	-0.10	166.40	-0.79	G	Cumple
N49/N83	95.05	0.000	-68.625	0.036	-70.880	0.10	-283.45	-0.03	G	Cumple
N83/N50	60.36	5.875	-62.626	-0.181	0.537	0.10	166.40	0.79	G	Cumple
N52/N56	95.36	6.912	1.581	0.368	11.476	0.00	-14.68	-0.62	GV	Cumple

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p \acute{e} simos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N56/N55	90.69	0.000	27.177	-0.556	-10.710	0.00	-14.68	-0.62	GV	Cumple
N54/N57	95.36	6.912	1.581	-0.368	11.476	0.00	-14.68	0.62	GV	Cumple
N57/N55	90.69	0.000	27.177	0.556	-10.710	0.00	-14.68	0.62	GV	Cumple
N49/N54	65.29	2.500	-30.804	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N47/N52	65.29	2.500	-30.804	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N47/N56	23.37	0.000	54.346	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N81/N56	60.72	2.500	-28.343	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N81/N55	9.31	0.000	21.650	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N50/N55	41.36	2.500	-18.746	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N56/N50	7.04	0.000	16.378	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N52/N81	20.92	0.000	48.644	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N57/N50	7.04	0.000	16.378	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N83/N57	60.41	2.500	-28.343	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N54/N83	20.92	0.000	48.644	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N49/N57	23.37	0.000	54.346	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N83/N55	9.31	0.000	21.650	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

6.3.1.2 Vigas contraviento centrales.

Descripción de los elementos estructurales.

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	N27/N91	N27/N30	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N91/N30	N27/N30	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N29/N94	N29/N30	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N94/N30	N29/N30	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N32/N90	N32/N35	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N90/N35	N32/N35	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N34/N93	N34/N35	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N93/N35	N34/N35	IPE 400 (IPE)	6.912	0.00	3.98	-	-	
		N29/N34	N29/N34	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	0.00	0.00	-	-	
		N27/N32	N27/N32	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	0.00	0.00	-	-	
		N91/N90	N91/N90	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-	
		N90/N30	N90/N30	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-	

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
		N27/N90	N27/N90	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N32/N91	N32/N91	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N91/N35	N91/N35	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N30/N35	N30/N35	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N94/N93	N94/N93	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N94/N35	N94/N35	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N34/N94	N34/N94	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N29/N93	N29/N93	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-
		N93/N30	N93/N30	L 90 x 90 x 5 (L)	8.531	0.00	0.00	-	-

Características mecánicas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N27/N30, N29/N30, N32/N35 y N34/N35
2	N29/N34, N27/N32, N91/N90, N30/N35 y N94/N93
3	N90/N30, N27/N90, N32/N91, N91/N35, N94/N35, N34/N94, N29/N93 y N93/N30

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.0	51.28
		2	#80x3, (Huecos cuadrados)	8.90	3.85	3.85	85.92	85.92	140.54
		3	L 90 x 90 x 5, (L)	8.88	4.25	4.25	67.67	67.67	0.73

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)							
N27/N30	6.566	0.02	7.949	18.54	6.566	0.05	7.949	36.38	
	6.566	L/(>1000)	7.949	L/745.6	6.566	L/(>1000)	7.949	L/746.1	
N29/N30	6.566	0.02	7.949	18.54	6.566	0.05	7.949	36.38	
	6.566	L/(>1000)	7.949	L/745.6	6.566	L/(>1000)	7.949	L/746.1	

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	N32/N35	6.566	0.23	7.949	18.58	6.566	0.31	7.949
	6.566	L/(>1000)	7.949	L/743.8	6.566	L/(>1000)	7.949	L/744.2
N34/N35	6.566	0.23	7.949	18.58	6.566	0.31	7.949	36.41
	6.566	L/(>1000)	7.949	L/743.8	6.566	L/(>1000)	7.949	L/744.2
N29/N34	4.063	0.00	2.500	3.10	4.063	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N27/N32	0.313	0.00	2.500	3.10	2.813	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N91/N90	3.438	0.09	2.813	1.30	3.125	0.10	2.813	1.33
	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)
N90/N30	6.398	0.00	7.464	0.00	6.398	0.00	7.464	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N27/N90	6.398	0.00	5.865	0.00	6.398	0.00	6.398	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N32/N91	6.931	0.00	7.998	0.00	7.464	0.00	7.464	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N91/N35	5.865	0.00	6.931	0.00	5.865	0.00	6.931	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N30/N35	3.750	0.00	2.813	1.22	3.750	0.00	2.813	1.26
	3.750	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	3.750	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)
N94/N93	3.438	0.09	2.813	1.30	3.125	0.10	2.813	1.33
	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)	3.438	L/(>1000)	2.813	L/(>1000)
N94/N35	6.931	0.00	4.799	0.00	6.931	0.00	4.799	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N34/N94	6.931	0.00	7.998	0.00	6.931	0.00	6.931	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N29/N93	5.332	0.00	5.865	0.00	6.398	0.00	7.998	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N93/N30	7.998	0.00	6.398	0.00	7.998	0.00	2.133	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_V	M_z	V_z	V_y	$M_V V_z$	$M_z V_y$	$N_M M_z$	$N_M M_z V_y V_z$	M_t	$M_V V_z$	$M_V V_y$	
N27/N91	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 12.6$	x: 0 m $\eta = 83.8$	x: 6.912 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 95.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.0$	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 95.6$
N91/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 5.875 m $\eta = 49.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 5.875 m $\eta = 59.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 59.9$
N29/N94	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 12.6$	x: 0 m $\eta = 83.8$	x: 6.912 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 11.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 95.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 7.0$	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 95.6$
N94/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 12.1$	x: 5.875 m $\eta = 49.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 5.875 m $\eta = 59.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 59.9$
N32/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 12.4$	x: 0 m $\eta = 83.5$	x: 6.912 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 95.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 95.1$

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t		M _t V _z	M _t V _y
N90/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 5.875 m $\eta = 49.4$	x: 6.912 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.875 m $\eta = 59.4$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 59.4$
N34/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 12.4$	x: 0 m $\eta = 83.5$	x: 6.912 m $\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 95.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 11.0$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 95.1$
N93/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.912 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 5.875 m $\eta = 49.4$	x: 6.912 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 5.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.875 m $\eta = 59.4$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 59.4$
N29/N34	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 11.9$	$\eta = 8.5$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 2.5 m $\eta = 16.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 16.3$
N27/N32	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 11.9$	$\eta = 8.5$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 2.5 m $\eta = 16.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 16.3$
N91/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 5 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.3$
N30/N35	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁶⁾	$\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 4.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 8.7$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 8.7$
N94/N93	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.3$	$\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 4.2$	x: 5 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 6.3$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 6.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N90/N30	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$
N27/N90	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 0.7$
N32/N91	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.7$
N91/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$
N94/N35	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.0$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.0$
N34/N94	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 1.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 1.7$
N29/N93	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 0.7$
N93/N30	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 0.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 0.5$

Comprobación en resistencia.

Comprobación de resistencia											
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado	
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)			
N27/N91	95.63	0.000	-67.424	0.000	-71.494	0.00	-286.80	0.00	G	Cumple	
N91/N30	59.89	5.875	-61.037	0.000	0.259	0.00	168.92	0.00	G	Cumple	
N29/N94	95.63	0.000	-67.424	0.000	-71.494	0.00	-286.80	0.00	G	Cumple	
N94/N30	59.89	5.875	-61.037	0.000	0.259	0.00	168.92	0.00	G	Cumple	
N32/N90	95.07	0.000	-66.394	0.005	-71.257	-0.01	-285.94	0.00	G	Cumple	
N90/N35	59.42	5.875	-58.480	-0.034	0.106	0.00	169.05	0.14	G	Cumple	
N34/N93	95.07	0.000	-66.394	-0.005	-71.257	0.01	-285.94	0.00	G	Cumple	
N93/N35	59.42	5.875	-58.480	0.034	0.106	0.00	169.05	-0.14	G	Cumple	
N29/N34	16.29	2.500	27.808	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple	
N27/N32	16.29	2.500	27.808	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple	
N91/N90	6.26	0.000	-0.977	0.007	-0.284	0.00	-0.28	0.01	GV	Cumple	
N90/N30	0.48	0.000	1.121	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	
N27/N90	0.71	0.000	1.650	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	
N32/N91	1.66	0.000	3.857	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple	

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (kN)	Vy (kN)	Vz (kN)	Mt (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)		
N91/N35	1.04	0.000	2.413	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N30/N35	8.75	0.000	-2.609	0.000	-0.270	0.00	-0.24	0.00	GV	Cumple
N94/N93	6.26	0.000	-0.977	-0.007	-0.284	0.00	-0.28	-0.01	GV	Cumple
N94/N35	1.04	0.000	2.413	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N34/N94	1.66	0.000	3.857	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N29/N93	0.71	0.000	1.650	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N93/N30	0.48	0.000	1.121	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

6.3.2. Arriostramiento lateral.

La estructura metálica de este edificio industrial presenta un total de 8 arriostramientos laterales como el de la *Ilustración 23*, situados en los vanos 1, 5, 6 y 10.

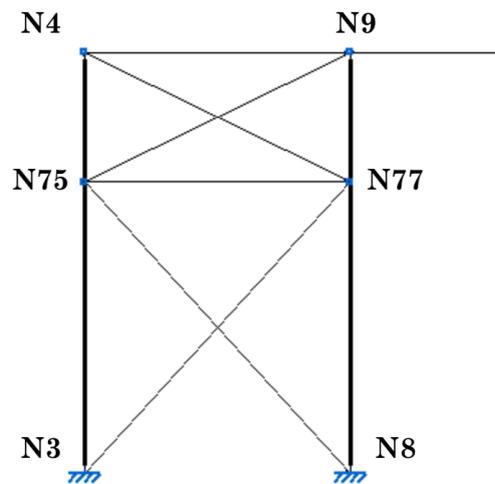


Ilustración 23. Arriostramiento lateral del vano 1.

A continuación, se muestra tanto la comprobación del cumplimiento de la normativa para los elementos que conforman este tipo de arriostramiento (comprobación E.L.U, de resistencia y las flechas) como el tipo de perfil de acero usado en cada una de las barras del arriostramiento lateral y algunas de las características metálicas mas relevantes de estas.

Descripción de los elementos estructurales.

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/N75	N3/N4	IPE 240 (IPE)	5.544	0.70	0.70	1.500	5.544
		N75/N4	N3/N4	IPE 240 (IPE)	2.456	1.00	1.00	1.500	2.456
		N8/N77	N8/N9	IPE 400 (IPE)	5.544	0.70	1.39	-	-
		N77/N9	N8/N9	IPE 400 (IPE)	2.456	0.70	1.39	-	-
		N4/N9	N4/N9	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N75/N77	N75/N77	#80x3 (Huecos cuadrados)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N3/N77	N3/N77	L 75 x 75 x 4 (L)	7.466	0.00	0.00	-	-
		N8/N75	N8/N75	L 75 x 75 x 4 (L)	7.466	0.00	0.00	-	-
		N75/N9	N75/N9	L 60 x 60 x 4 (L)	5.571	0.00	0.00	-	-
		N77/N4	N77/N4	L 60 x 60 x 4 (L)	5.571	0.00	0.00	-	-

Características mecánicas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N3/N4
2	N8/N9
3	N4/N9, N75/N77
4	N3/N77, N8/N75
5	N75/N9, N77/N4

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.95
		2	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.28
		3	#80x3, (Huecos cuadrados)	8.90	3.85	3.85	85.92	85.92	140.54
		4	L 75 x 75 x 4, (L)	5.93	2.84	2.84	31.43	31.43	0.31
		5	L 60 x 60 x 4, (L)	4.71	2.24	2.24	15.78	15.78	0.25

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	5.197	16.13	3.118	1.43	5.197	30.89	3.465	2.15
	3.118	L/453.4	3.118	L/(>1000)	3.118	L/453.4	3.118	L/(>1000)
N8/N9	8.000	2.52	8.000	27.72	8.000	4.24	8.000	47.93
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/288.6	8.000	L/(>1000)	8.000	L/288.7
N4/N9	3.125	0.00	2.500	3.10	3.125	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N75/N77	4.688	0.00	2.500	3.10	4.688	0.00	2.500	3.09
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N3/N77	6.066	0.00	4.666	0.00	6.066	0.00	6.532	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N8/N75	4.199	0.00	5.599	0.00	4.199	0.00	5.599	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N75/N9	4.874	0.00	4.526	0.00	4.874	0.00	4.526	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N77/N4	1.393	0.00	4.874	0.00	3.830	0.00	4.874	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N3/N75	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 15.3$	x: 0 m $\eta = 29.6$	x: 0 m $\eta = 53.5$	x: 0 m $\eta = 5.0$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 88.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 88.9$
N75/N4	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.456 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 7.2$	x: 0 m $\eta = 39.0$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 49.2$
N8/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 5.544 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 57.2$	x: 0 m $\eta = 1.9$	$\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 61.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 9.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 61.1$
	N77/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	x: 2.456 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 2.456 m $\eta = 82.8$	x: 0 m $\eta = 1.4$	$\eta = 9.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.456 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	$\eta = 9.1$	$\eta < 0.1$
N4/N9	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 59.8$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P.(5)	x: 2.5 m $\eta = 65.3$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 65.3$
N75/N77	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(6)	$\eta = 44.2$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P.(5)	x: 2.5 m $\eta = 49.5$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 49.5$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N3/N77	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 21.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 21.6$
N8/N75	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 19.2$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 19.2$
N75/N9	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 10.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 10.4$
N77/N4	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 8.1$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P.(7)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(3)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	$V_{Ed} = 0.00$ N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(5)	N.P.(8)	N.P.(9)	$M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	CUMPLE $\eta = 8.1$

Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p ^o simos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N3/N75	88.87	0.000	-10.162	10.452	-9.360	0.00	-11.55	10.36	GV	Cumple
N75/N4	49.22	0.000	-11.650	-5.682	8.156	0.00	6.22	-7.55	GV	Cumple
N8/N77	61.13	0.000	-71.684	-0.123	57.049	0.01	195.76	-0.42	GV	Cumple
N77/N9	86.50	2.456	-77.886	-0.039	58.440	0.02	-283.45	0.10	G	Cumple
N4/N9	65.29	2.500	-30.804	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N75/N77	49.54	2.500	-22.866	0.000	0.000	0.00	0.29	0.00	GV	Cumple
N3/N77	21.62	0.000	33.573	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N8/N75	19.19	0.000	29.805	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N75/N9	10.38	0.000	12.808	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple
N77/N4	8.14	0.000	10.037	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	GV	Cumple

6.4. Viga perimetral.

La viga perimetral es la encargada de unir las cabezas de los pilares que forman los diferentes pórticos, con la finalidad de reforzar el arriostramiento de los pórticos y ofrecer estabilidad a toda la estructura de la nave industrial.

En la estructura de este proyecto se tiene 6 vigas perimetrales en cada una de las fachadas laterales, haciendo un total de 12 vigas perimetrales. Su estructura se muestra en la *Ilustración 24*, seguido de la comprobación del cumplimiento de la normativa y la descripción de los elementos que conforma la viga perimetral.

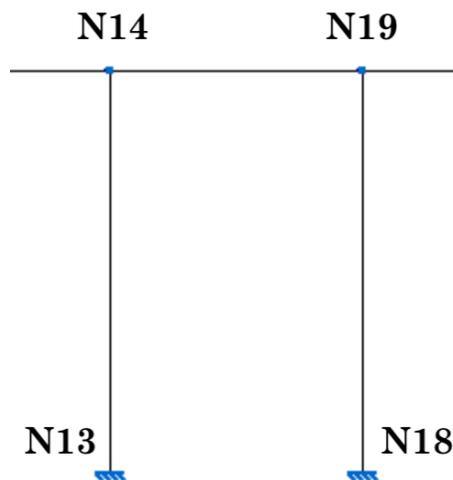


Ilustración 24. Viga perimetral del vano 3.

Descripción de los elementos estructurales.

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	N13/N14	N13/N14	IPE 400 (IPE)	8.000	0.70	1.39	-	-
		N18/N19	N18/N19	IPE 400 (IPE)	8.000	0.70	1.39	-	-
		N14/N19	N14/N19	IPE 120 (IPE)	5.000	0.00	0.00	-	-

Características mecánicas.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N13/N14 y N18/N19
2	N14/N19

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 400, (IPE)	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.28
		2	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.69

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)						
N13/N14	8.000	2.28	8.000	26.27	8.000	3.93	8.000	49.33
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6
N18/N19	8.000	2.04	8.000	26.27	8.000	3.64	8.000	49.33
	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6	8.000	L/(>1000)	8.000	L/304.6
N14/N19	2.188	0.00	2.500	1.25	2.813	0.00	2.500	1.25
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)

Comprobaciones E.L.U.

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N13/N14	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 8 m $\eta = 83.0$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.5$
N18/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	x: 8 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 8 m $\eta = 83.0$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 8 m $\eta = 86.5$	$\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 86.5$
N14/N19	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv,max}$ Cumple	$\eta = 10.0$	$\eta = 5.7$	x: 2.5 m $\eta = 2.7$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 2.5 m $\eta = 12.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.7$

Comprobación de resistencia.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos p ^{és} imos						Origen	Estado
			N (kN)	V _y (kN)	V _z (kN)	M _t (kN·m)	M _y (kN·m)	M _z (kN·m)		
N13/N14	86.52	8.000	-78.056	0.000	58.588	0.00	-284.10	0.00	G	Cumple
N18/N19	86.52	8.000	-78.056	0.000	58.588	0.00	-284.10	0.00	G	Cumple
N14/N19	12.68	2.500	34.500	0.000	0.000	0.00	0.43	0.00	GV	Cumple

6.5. Correas.

Las correas en un edificio industrial son los elementos encargados de soportar los esfuerzos en cubierta y los revestimientos. Además, son capaces de reducir las cargas totales sobre toda la estructura. En el edificio industrial de estudio encontramos correas de cubierta y correas laterales.

6.5.1. Correas de cubierta.

Las correas de cubierta que posee la estructura del proyecto están compuestas por acero conformado S235 y suman una cantidad total de 20 correas en cubierta, todas ellas con el mismo perfil de acero, CF-180x2.0, separadas 1.5 metros entre si.

Para la realización de los cálculos se ha configurado un límite de flecha de L/300 con una fijación rígida. Obteniéndose así, un peso lineal de 102.32 kg/m y un peso superficial de 0.04 kN/m².

A continuación, se muestran las comprobaciones realizadas en las correas en cubierta para su correcto cumplimiento de la normativa, así como las características mecánicas del perfil seleccionado.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 90.40 %

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 59.61 %

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Perfil: CF-180x2.0 Material: S235									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	0.746, 50.000, 8.077	0.746, 45.000, 8.077	5.000	6.52	316.14	31.64	0.09	-12.46	0.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L _K	0.000	5.000	0.000	0.000				
	C ₁	-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	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: 5 m η = 90.4	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m η = 20.9	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE η = 90.4

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{85.5} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{25.5} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c / t : \underline{7.8} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

$$c / b : \underline{0.304}$$

Donde:

h : Altura del alma.	h : <u>171.00</u> mm
b : Ancho de las alas.	b : <u>51.00</u> mm
c : Altura de los rigidizadores.	c : <u>15.50</u> mm
t : Espesor.	t : <u>2.00</u> mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.904} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.746, 45.000, 8.077, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$$\mathbf{M_{y,Ed}}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{y,Ed}^+} : \underline{6.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{7.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

Donde:

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

$$W_{eff} : \underline{34.41} \text{ cm}^3$$

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

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

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

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

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.209} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.746, 45.000, 8.077, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{7.76} \text{ kN}$$

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

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

$$\mathbf{V_{b,Rd}} : \underline{37.13} \text{ kN}$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$\mathbf{h_w} : \underline{175.95} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$\mathbf{t} : \underline{2.00} \text{ mm}$$

φ: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\mathbf{\phi} : \underline{90.0} \text{ grados}$$

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

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

$$\mathbf{f_{bv}} : \underline{110.78} \text{ MPa}$$

Siendo:

λ_w: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\bar{\lambda}_w : \underline{1.02}$$

Donde:

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

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

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{210000.00} \text{ MPa}$$

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

$$\mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

6.5.2. Correas laterales.

La estructura metálica de la nave industrial posee un total de 12 correas laterales, 6 en cada fachada lateral, compuestas por acero laminado S275 con un perfil IPE100 y separadas 1.5 metros entre si.

Para la realización de los cálculos se ha considerado un límite de flecha de L/300 con fijación rígida, obteniéndose un peso lineal de 97.03 kg/m y un peso superficial de 0.03 kN/m².

Seguidamente, se encuentra la comprobación del cumplimiento de la normativa y una breve descripción del elemento estructural seleccionado y sus características mecánicas más relevantes.

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 52.10 %

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 91.77 %

Perfil: IPE 100 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, 5.000, 0.750	0.000, 0.000, 0.750	5.000	10.30	171.00	15.90	1.16
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.00	0.00	0.00			
L _K	0.000	5.000	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M ₁ V _z	M ₂ V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 52.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m $\eta = 7.4$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 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 $\eta = 52.1$

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$21.61 \leq 246.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$h_w : 88.60 \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : 4.10 \text{ mm}$$

A_w: Área del alma.

$$A_w : 3.63 \text{ cm}^2$$

A_{fc,ef}: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : 3.14 \text{ cm}^2$$

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$\mathbf{k} : \underline{0.30}$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\mathbf{f_{yf}} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

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

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.521} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{5.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

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

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{10.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y}** : 39.40 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

f_y: 275.00 MPa

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

γ_{M0}: 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

Se debe satisfacer:

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

η: 0.074 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

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

V_{Ed}: 5.66 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

V_{c,Rd}: 76.54 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v: 5.06 cm²

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

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

A: 10.30 cm²

b: Ancho de la sección.

b: 55.00 mm

t_f: Espesor del ala.

t_f: 5.70 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w: 4.10 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r: 7.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

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

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

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad \mathbf{18.20 < 64.71 \checkmark}$$

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : 18.20

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx}** : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

ε: Factor de reducción. **ε** : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : 235.00 MPa

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 275.00 MPa

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad \mathbf{5.66 \text{ kN} \leq 38.27 \text{ kN} \checkmark}$$

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

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

V_{Ed} : 5.66 kN

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

$V_{c,Rd}$: 76.54 kN

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

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

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

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

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

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

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

6.6. Placas de anclaje.

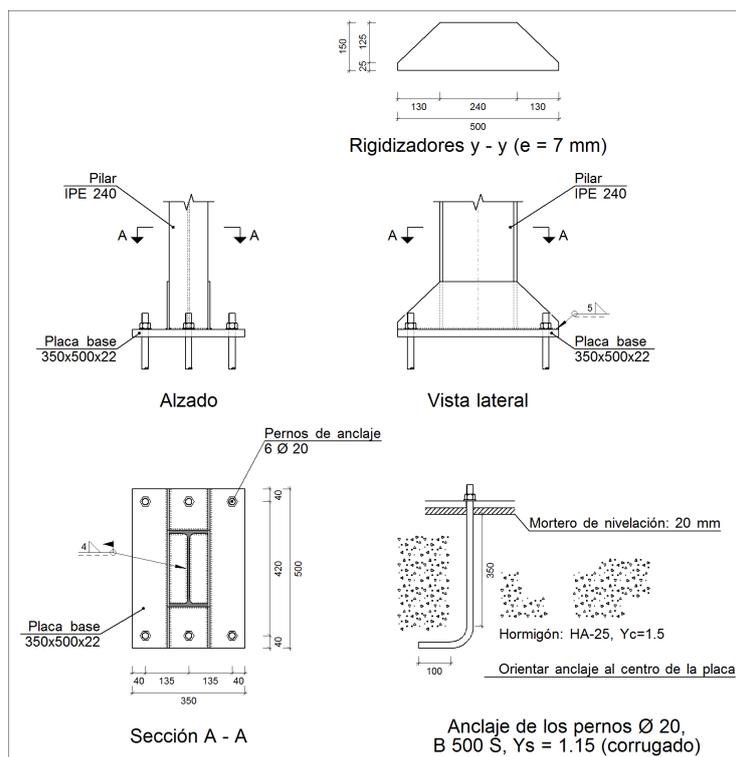
Las placas de anclaje son los elementos encargados de unir y fijar la estructura metálica con la cimentación. En la nave industrial de este proyecto se encuentran tres tipologías diferentes de placas de anclaje:

- Placa de anclaje del pórtico fachada (tipo 1).
- Placa de anclaje de los pórticos interiores n^o1 y n^o9 (tipo 3).
- Placa de anclaje del resto de los pórticos interiores (tipo 4).

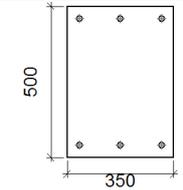
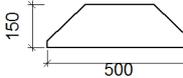
En lo que sigue a este apartado, se realizarán las comprobaciones pertinentes para asegurar el cumplimiento de la normativa de las tres tipologías de zapatas. En ellas se incluirá el detalle de las placas de anclaje, la descripción de los componentes de la unión y las comprobaciones geométricas y de resistencia.

6.6.1. Placa de anclaje tipo 1.

Detalle.



Descripción de los componentes de la unión.

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		350	500	22	6	20	S275	275.0	410.0
Rigidizador		500	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobación.

1) Pilar IPE 240.

Cordones de soldadura

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

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje.

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 135 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 22 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 66.51 kN Máximo: 54.45 kN Calculado: 6.93 kN Máximo: 77.78 kN Calculado: 76.42 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 99.86 kN Calculado: 63.23 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 205.29 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 230.48 kN Calculado: 6.51 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 78.9392 MPa Calculado: 78.9392 MPa Calculado: 152.8 MPa Calculado: 152.8 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1418.78 Calculado: 1418.78 Calculado: 5667.99 Calculado: 5667.99	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 116.038 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.155 - Punto de tensión local máxima: (0, -0.185)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -64): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 64): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	500	7.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -64): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 64): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Medición.

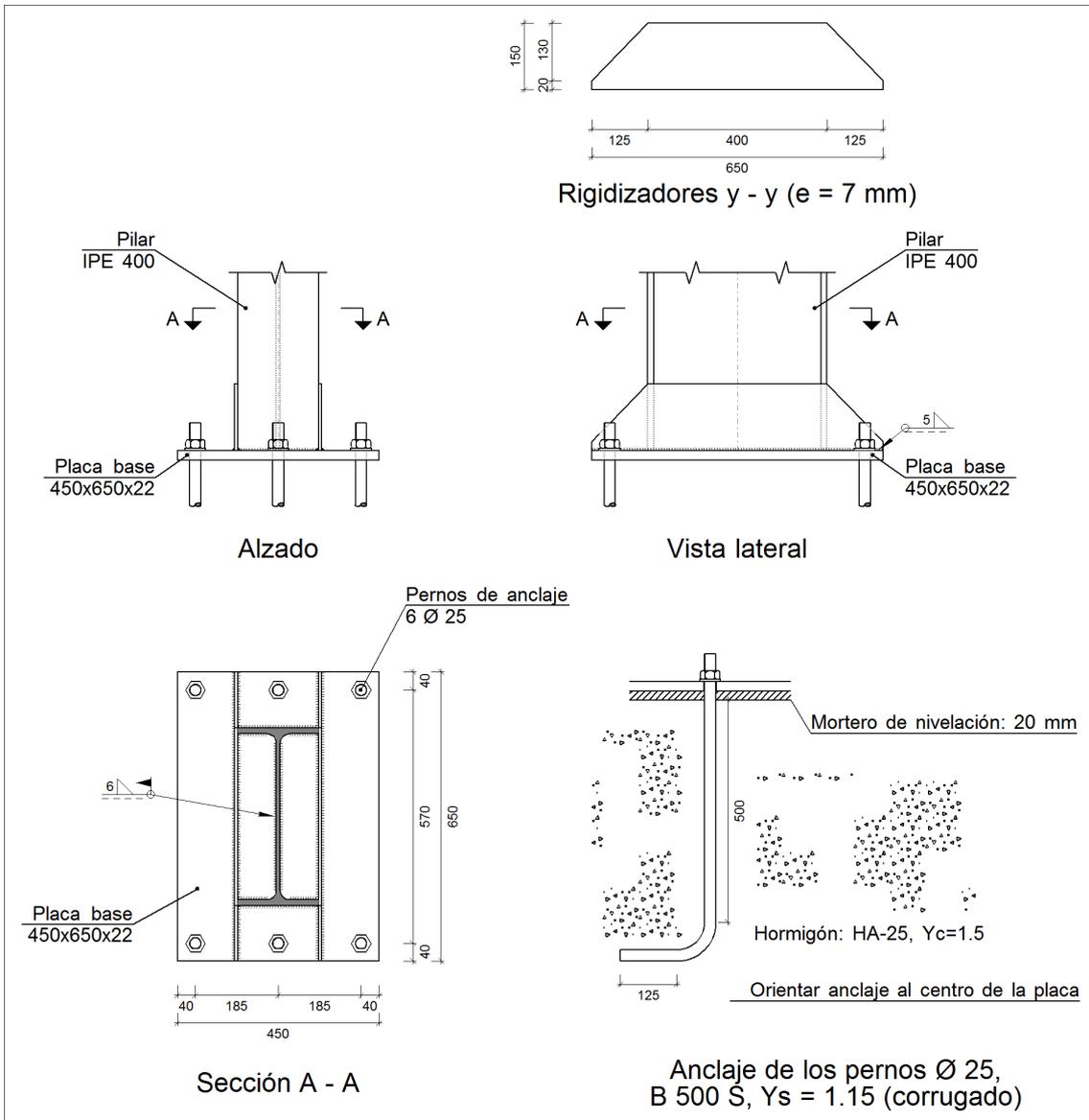
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1961
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	788

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 6	6	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	6	ISO 7089-20

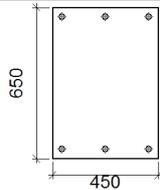
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x500x22	30.22
	Rigidizadores pasantes	2	500/240x150/25x7	6.46
	Total			36.68
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 20 - L = 412 + 194	8.97
	Total			8.97

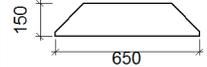
6.6.2. Placa de anclaje tipo 3.

Detalle.



Descripción de los componentes de la unión.

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		450	650	22	6	25	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		650	150	7	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobación.

1) Pilar IPE 400.

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1281	8.6	90.00

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje.

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 86 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 138.9 kN Calculado: 123.37 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 97.23 kN Calculado: 10.84 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 138.9 kN Calculado: 138.85 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 111.46 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 230.111 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 9.75 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 105.042 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 105.042 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 248.192 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 248.192 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 3490.33	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 3490.33	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3767.15	Cumple
- Abajo:	Calculado: 3767.15	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 211.595 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.181		
- Punto de tensión local máxima: (-0.09, 0.2)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -94): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 94): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	650	7.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -94): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 94): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Medición.

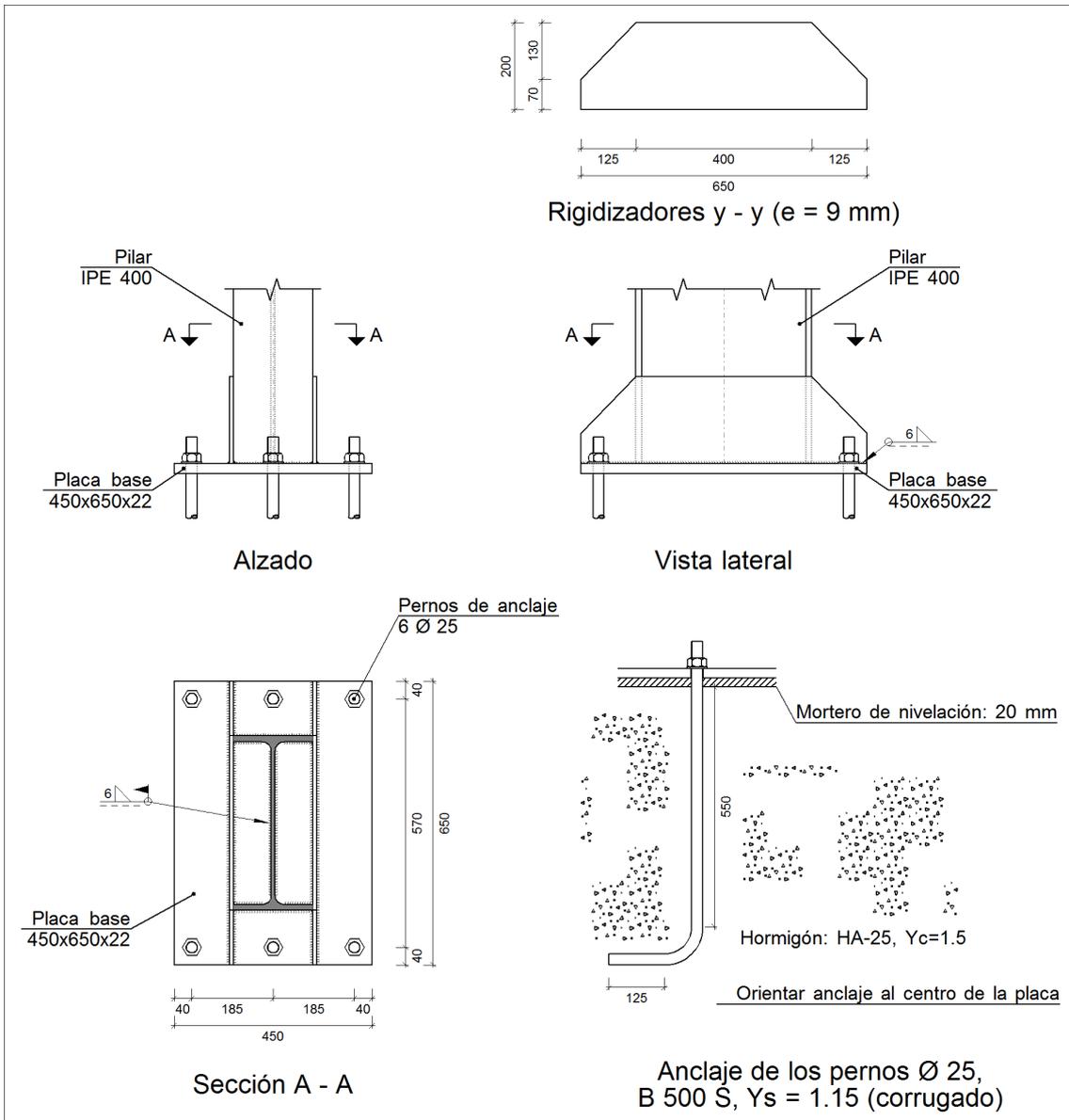
Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2546
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	1281

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T25
Arandelas	6	A25

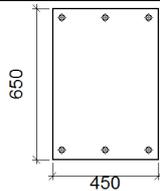
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x650x22	50.51
	Rigidizadores pasantes	2	650/400x150/20x7	8.93
	Total			59.44
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 567 + 243	18.72
	Total			18.72

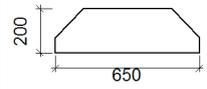
6.6.3. Placa de anclaje tipo 4.

Detalle.



Descripción de los componentes de la unión.

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Placa base		450	650	22	6	25	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		650	200	9	-	-	S275	275.0	410.0

Comprobación.

1) Perfil IPE 400.

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1281	8.6	90.00

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

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje.

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 86 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 132.65 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 106.95 kN Calculado: 11.48 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 152.79 kN Calculado: 149.06 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 120.05 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 247.85 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 10.35 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 79.966 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 79.966 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 134.598 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 134.598 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 5518.49	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 5518.49	Cumple
- Arriba:	Calculado: 8916.7	Cumple
- Abajo:	Calculado: 8916.7	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 228.466 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.198		
- Punto de tensión local máxima: (0.09, -0.175)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -95): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	650	9.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 95): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	650	9.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -95): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 95): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Medición.

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	2546
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	1281

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	6	T25
Arandelas	6	A25

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x650x22	50.51
	Rigidizadores pasantes	2	650/400x200/70x9	16.07
	Total			66.59
B 500 S, Y _s = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 25 - L = 617 + 243	19.88
	Total			19.88

7. Cimentaciones.

Las cimentaciones son una de las partes más importantes en la construcción de un edificio industrial, ya que son las encargadas de soportar toda la estructura. En esta nave industrial se tienen tres tipologías de zapatas aisladas que sustentan la estructura metálica:

- Zapatas del pórtico de fachada (Z1).
- Zapatas del primer y último pórtico interior (Z2).
- Zapatas del resto de pórticos interiores (Z3).

A continuación, se muestra al detalle cada una de estas zapatas junto a las comprobaciones pertinentes para el cumplimiento de la normativa vigente. Además, en la parte final de este apartado, se muestra la configuración de las vigas de atado que unen las zapatas.

7.1. Zapata Z1.

Como modelo de estudio se ha escogido la zapata del nudo N3.

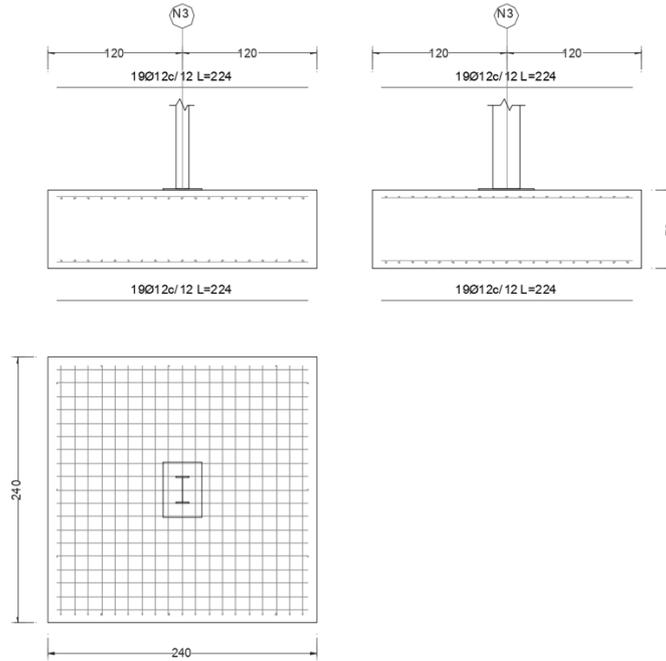


Ilustración 25. Zapata tipo 1.

Referencia: N3		
Dimensiones: 240 x 240 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> -Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0233478 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0219744 MPa	Cumple
-Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0320787 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: 220.0 %	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 240 x 240 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 211.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: -17.26 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 20.61 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 14.22 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 16.68 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 51.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 35 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

Referencia: N3		
Dimensiones: 240 x 240 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/12 Yi:Ø12c/12 Xs:Ø12c/12 Ys:Ø12c/12		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 43 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 36 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 36 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.05		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 522.09 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 522.09 kN		

7.2. Zapata Z2.

Como modelo de estudio se ha escogido la zapata del nudo N8.

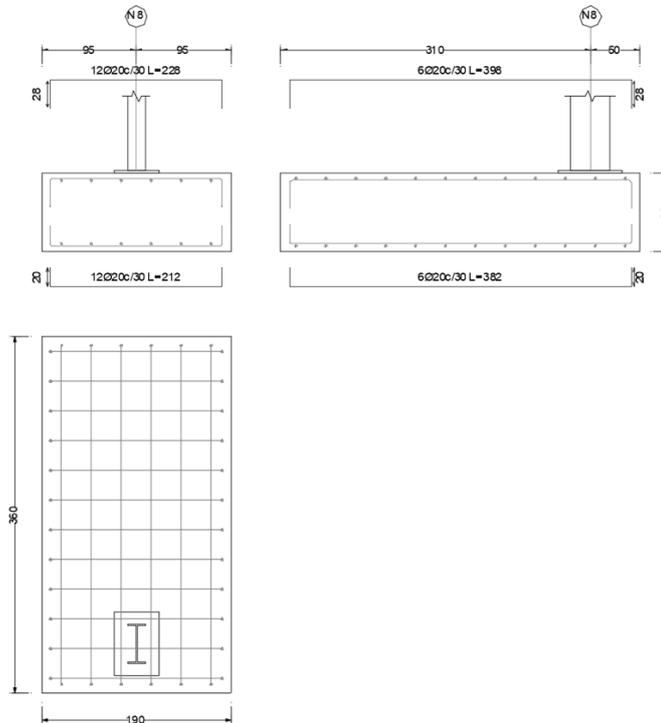


Ilustración 26. Zapata tipo 2.

Referencia: N8		
Dimensiones: 190 x 360 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0388476 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0630783 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0827964 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: 355.3 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 8.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N8		
Dimensiones: 190 x 360 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 17.94 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 234.75 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.92 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 112.72 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE</i>	Calculado: 75.8 kN/m ²	
Canto mínimo:		
<i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm	Cumple
	Calculado: 80 cm	
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 49 cm	Cumple
	Calculado: 71 cm	
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012	Cumple
	Calculado: 0.0013	
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0012	Cumple
	Calculado: 0.0013	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00123	Cumple
	Calculado: 0.00124	
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00123	Cumple
	Calculado: 0.00124	
Diámetro mínimo de las barras:		
<i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	Cumple
	Calculado: 20 mm	
- Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm	Cumple
	Calculado: 30 cm	
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Criterio de CYPE</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm	Cumple
	Calculado: 30 cm	

Referencia: N8		
Dimensiones: 190 x 360 x 80		
Armados: Xi:Ø20c/30 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø20c/30 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 231 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 239 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo flexible		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.48		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 864.85 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 456.46 kN		

7.3. Zapata Z3.

Como modelo de estudio se ha escogido la zapata del nudo N13.

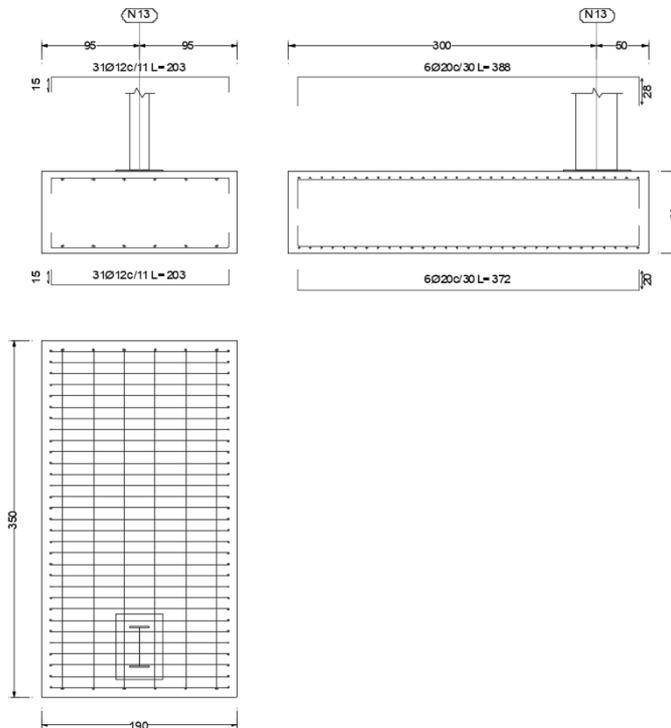


Ilustración 27. Zapata tipo 3.

Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 350 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0418887 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0660213 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0839736 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: 20267.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 23.0 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: 17.87 kN·m	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 350 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 250.42 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 3.53 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 125.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 77.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 54 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00124	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00124	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 350 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 11 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 30 cm Calculado: 221 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 28 cm Calculado: 229 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 28 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 28 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		

Referencia: N13		
Dimensiones: 190 x 350 x 80		
Armados: Xi:Ø12c/11 Yi:Ø20c/30 Xs:Ø12c/11 Ys:Ø20c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Zapata de tipo flexible - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.51 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 842.48 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 457.34 kN		

7.4. Viga de atado.

Como modelo de estudio se ha escogido la viga de atado que une los nudos N3 y N8. Cabe destacar que para todas las vigas de atado que conforma la estructura se ha usado la misma sección transversal.

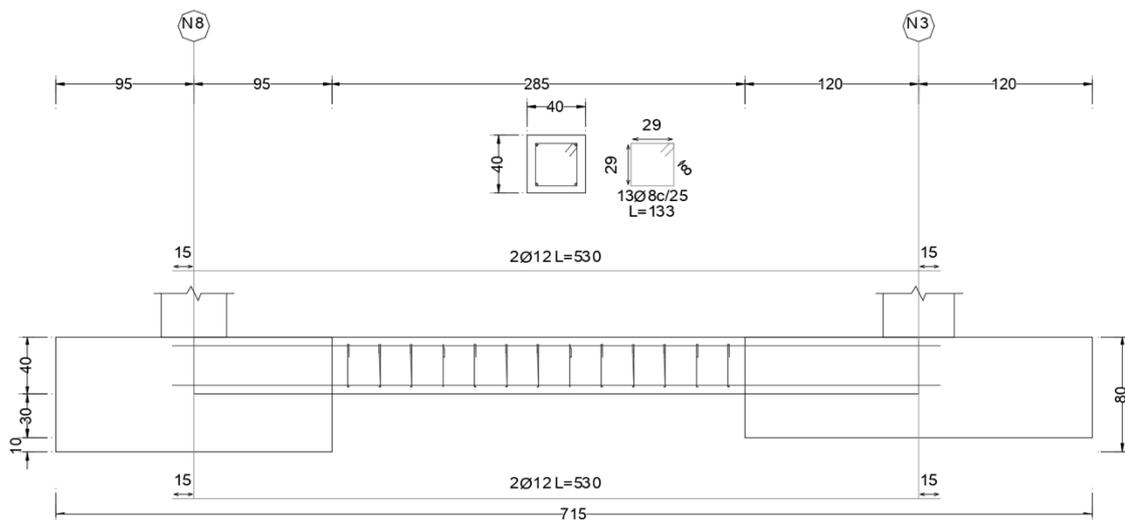


Ilustración 28. Viga de atado.

Referencia: C.1.1 [N8-N3] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	

Referencia: C.1.1 [N8-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

DOCUMENTO III. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 m² DEDICADO AL ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLEPINS DE ULLDECONA (TARRAGONA).

ÍNDICE.

1. Presupuesto	3
----------------	---

1. Presupuesto.

Código	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
A		Acondicionamiento del terreno.		31,793.39	31,793.39
AD		Movimiento de tierras en edificación.		8,335.89	8,335.89
ADL005	m ²	Desbroce y limpieza del terreno.	3,037.00	1.18	3,583.66
		<p>Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.</p> <p>Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>			
ADE010	m ³	Excavación de zanjas y pozos.	173.060	27.46	4,752.23
		<p>Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de los materiales excavados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros y sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.</p>			

AN	Nivelación.			23,457.50	23,457.50
ANS010	m ²	Solera de hormigón.	1,375.00	17.06	23,457.50
<p>Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Colocación de la malla electrosoldada con separadores homologados. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p>					
C	Cimentaciones.			27,472.98	27,472.98
CR	Regularización.			1,538.68	1,538.68
CRL010	m ²	Capa de hormigón de limpieza.	215.20	7.15	1,538.68
<p>Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/F/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>					
CS	Superficiales			23,067.80	23,067.80
CSZ010	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado.	136.69	168.76	23,067.80
<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 45,33 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p>					

	<p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>				
CA	Arriostramientos.			2,866.50	2,866.50
CAV010	m ³	Viga entre zapatas.	14.85	193.03	2,866.50
	<p>Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 59 kg/m³. Incluso alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Colocación de la armadura con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>				
E	Estructuras			126,677.31	126,677.31
EA	Acero			126,677.31	126,677.31
EAM040	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, de perfiles laminados en caliente de la serie Hot Finished SHS.	1,754.87	2.46	4,316.98
	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Hot Finished SHS, colocado con uniones soldadas en obra. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				

EAM040b	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, de perfiles laminados en caliente de la serie IPE.	30,546.13	2.46	75,143.48
	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
EAM040c	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, de perfiles laminados en caliente de la serie L.	3,559.02	2.46	8,755.19
	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra. Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye las placas de anclaje de los pilares a la cimentación. Incluye: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de las piezas. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
EAS006	Ud	Placa de anclaje de acero, con pernos atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.	10.00	137.75	1,377.50
	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 350x500 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 45 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón</p>				

	<p>endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
EAS006b	Ud	Placa de anclaje de acero, con pernos atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.	4.00	224.31	897.24
	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 450x650 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 62.5 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
EAS006c	Ud	Placa de anclaje de acero, con pernos atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.	14.00	225.22	3,153.08
	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 450x650 mm y espesor 22 mm, y montaje sobre 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 67.5 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p>				

	<p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional de la placa. Aplomado y nivelación. Relleno con mortero. Aplicación de la protección anticorrosiva.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
EAT030	kg	Acero en correas metálicas.	5,116.00	3.65	18,673.40
	<p>Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
EAT030b	kg	Acero en correas metálicas.	4,851.50	2.96	14,360.44
	<p>Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje, pero no incluye la chapa o panel que actuará como cubierta.</p> <p>Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Ejecución de las uniones soldadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Peso nominal medido según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se determinará, a partir del peso obtenido en báscula oficial de las unidades llegadas a obra, el peso de las unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
F	Fachadas y particiones.			110,332.79	110,332.79
FL	Fachadas ligeras.			27,263.72	27,263.72
FLA030	m ²	Fachada de paneles sándwich aislantes, de acero.	352.290	77.39	27,263.72
	<p>Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de 145 kg/m³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura</p>				

	<p>portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p>				
FP	Fachadas pesadas.		83,069.07	83,069.07	
FPP020	m ²	Fachada pesada de paneles prefabricados de hormigón armado.	937.680	88.59	83,069.07
	<p>Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 14 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición vertical.</p> <p>Incluye: Replanteo de los paneles. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción controlada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m².</p>				
L	Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares.		46,207.70	46,207.70	
LB	Puertas automáticas de acceso peatonal.		13,493.62	13,493.62	
LBL020	Ud	Puerta corredera automática de aluminio y vidrio.	1.00	4,343.86	4,343.86
	<p>Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura central, de dos hojas deslizantes de 100x210 cm y dos hojas fijas de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; cuatro hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno.</p>				

	<p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Instalación del cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia. Colocación de los perfiles y de los elementos de acabado. Colocación del perfil de neopreno en el perímetro de las hojas de vidrio. Montaje de las hojas. Conexión eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
LBL020b	Ud	Puerta corredera automática de aluminio y vidrio.	4.00	2,287.44	9,149.76
	<p>Puerta corredera automática, de aluminio y vidrio, para acceso peatonal, con sistema de apertura lateral, de una hoja deslizante de 100x210 cm y una hoja fija de 120x210 cm, compuesta por: cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia para apertura y cierre automático en caso de corte del suministro eléctrico, de aluminio lacado, color blanco, dos detectores de presencia por radiofrecuencia, célula fotoeléctrica de seguridad y panel de control con cuatro modos de funcionamiento seleccionables; dos hojas de vidrio laminar de seguridad 5+5, incoloro, 1B1 según UNE-EN 12600 con perfiles de aluminio lacado, color blanco, fijadas sobre los perfiles con perfil continuo de neopreno.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Instalación del cajón superior con mecanismos, equipo de motorización y batería de emergencia. Colocación de los perfiles y de los elementos de acabado. Colocación del perfil de neopreno en el perímetro de las hojas de vidrio. Montaje de las hojas. Conexión eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
LC	Carpintería exterior			16,211.74	16,211.74
LCP060	Ud	Ventanal fijo de PVC	18.00	539.83	9,716.94
	<p>Ventanal fijo de PVC, dimensiones 1500x1500 mm, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento automático con motor eléctrico. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.</p>				

	<p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.</p> <p>Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
LCP060b	Ud	Ventanal de PVC	20.00	324.74	6,494.80
	<p>Ventanal fijo de PVC, dimensiones 900x1200 mm, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase E750, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana térmico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento automático con motor eléctrico. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.</p> <p>Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de la hoja.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
LI	Puertas de uso industrial.		16,502.34	16,502.34	
LIM010	Ud	Puerta seccional automática industrial, de paneles sándwich aislantes, de acero.	1.00	4,526.34	4,526.34
	<p>Puerta seccional industrial, de 4.25x4.25 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado 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). Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexión eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				

LIM010b	Ud	Puerta seccional automática industrial, de paneles sándwich aislantes, de acero.	3.00	3,992.00	11,976.00
<p>Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero cincado 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).</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexión eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>					
Q	Cubiertas			43,834.32	43,834.32
QU	Componentes de cubiertas inclinadas.			43,834.32	43,834.32
QUP020	m ²	Cobertura de placas de policarbonato celular.	280.50	22.25	6,241.13
<p>Cobertura de placas translúcidas planas de policarbonato celular, de 4 mm de espesor, con una transmisión de luminosidad del 90%, fijadas mecánicamente sobre entramado ligero metálico o de madera, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 5%. Incluso accesorios de fijación de las placas perfiles en H de policarbonato para la unión entre placas, perfiles en U de policarbonato para el cierre lateral de las placas, cinta autoadhesiva microperforada de aluminio para el sellado de los bordes inferiores de las placas, cinta autoadhesiva de aluminio para el sellado de los bordes superiores de las placas y silicona neutra oxímica, para sellado de juntas.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni la resolución de puntos singulares.</p> <p>Incluye: Replanteo de las placas por faldón. Colocación de las piezas para apoyo de las placas. Corte, preparación y colocación de las placas. Fijación mecánica de las placas. Sellado de juntas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>					
QUM020	m ²	Cobertura de paneles sándwich aislantes, de acero.	1,121.85	33.51	37,593.19
<p>Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso</p>					

	<p>accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.</p> <p>Incluye: Limpieza de la superficie soporte. Replanteo de los paneles por faldón. Corte, preparación y colocación de los paneles. Fijación mecánica de los paneles. Sellado de juntas. Aplicación de una mano de pintura antioxidante en los solapes entre paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>				
U	Urbanización interior de la parcela		20,562.61	20,562.61	
UV	Cerramientos exteriores		2,347.09	2,347.09	
UVT010	m	Vallado de parcela, de malla de simple torsión.	124.58	18.84	2,347.09
	<p>Vallado de parcela formado por malla de simple torsión, de 8 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2 m de altura, empotrados en dados de hormigón, en pozos excavados en el terreno. Incluso accesorios para la fijación de la malla de simple torsión a los postes metálicos.</p> <p>Incluye: Replanteo. Excavación de pozos en el terreno. Colocación de los postes en los pozos. Vertido del hormigón. Aplomado y alineación de los postes y tornapuntas. Colocación de la malla.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de longitud mayor de 1 m.</p>				
UX	Pavimentos exteriores		18,215.52	18,215.52	
UXF010	m ²	Capa de mezcla bituminosa continua en caliente.	1,662.0	10.96	18,215.52
	<p>Capa de 8 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la capa base.</p> <p>Incluye: Replanteo de niveles. Transporte de la mezcla bituminosa. Extensión de la mezcla bituminosa. Compactación de la capa de mezcla bituminosa. Ejecución de juntas transversales y longitudinales en la capa de mezcla bituminosa. Limpieza final.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.</p>				

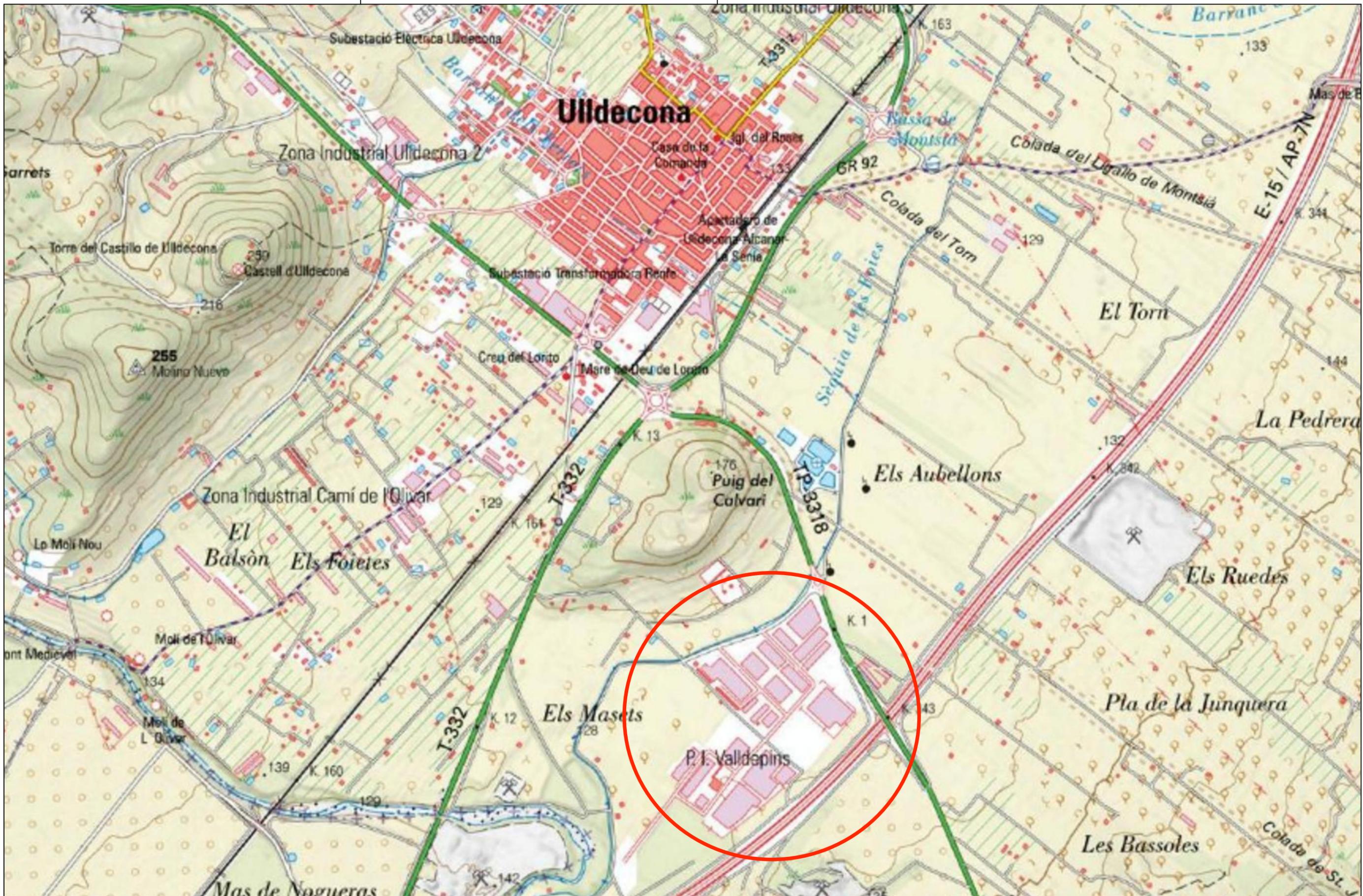
G		Gestión de residuos.		1,195.85	1,195.85
GTA020	m ³	Transporte de tierras con camión.	173.06	4.61	797.81
	<p>Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.</p> <p>Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p>				
GTB020	m ³	Canon de vertido por entrega de tierras a gestor autorizado.	173.06	2.30	398.04
	<p>Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye el transporte.</p> <p>Incluye: Nada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de las excavaciones, incrementadas cada una de ellas por su correspondiente coeficiente de esponjamiento, de acuerdo con el tipo de terreno considerado.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente entregado según especificaciones de Proyecto.</p>				

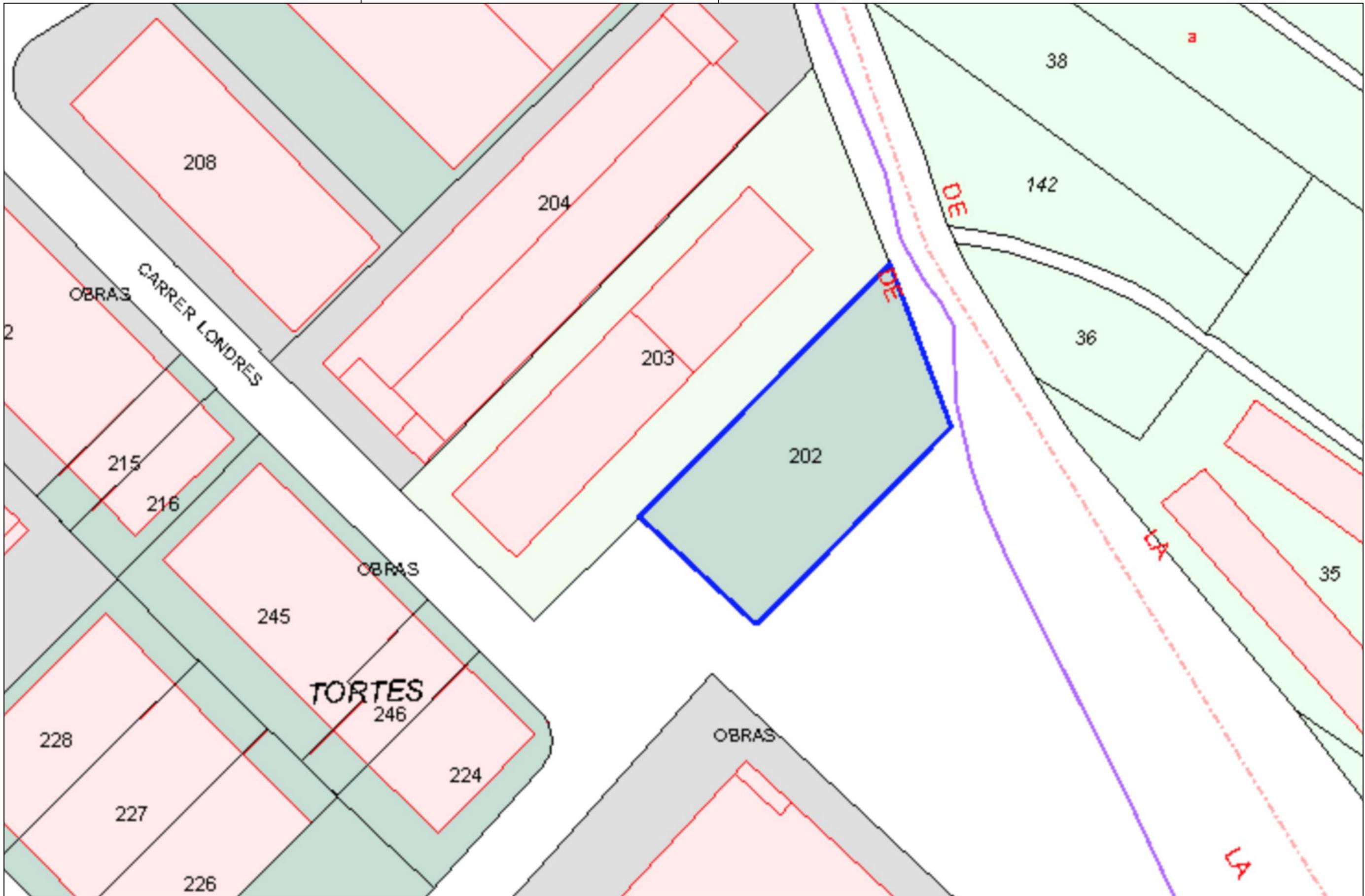
Presupuesto de ejecución material (P.E.M.).	408,076.95
13% Gastos Generales.	53,050.00
6% Beneficio Industrial	24,484.62
Presupuesto Ejecución por Contrata (P.E.C.)	485,611.57
21% I.V.A.	101,978.43
Presupuesto Ejecución por Contrata (P.E.C) + I.V.A.	587,590.00

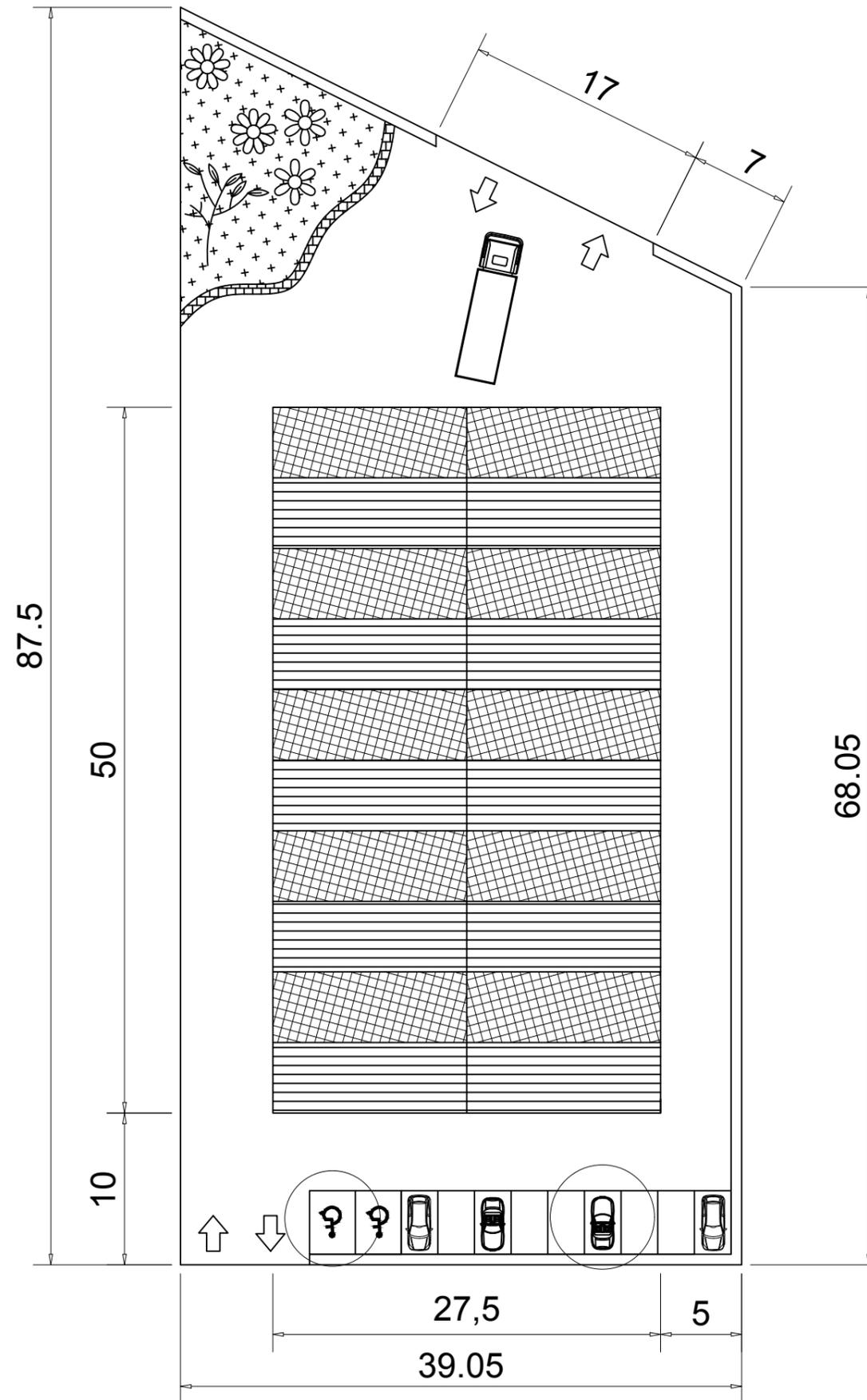
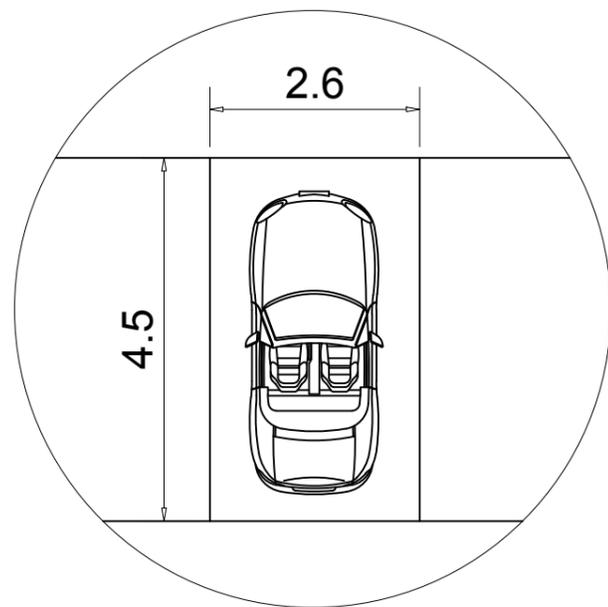
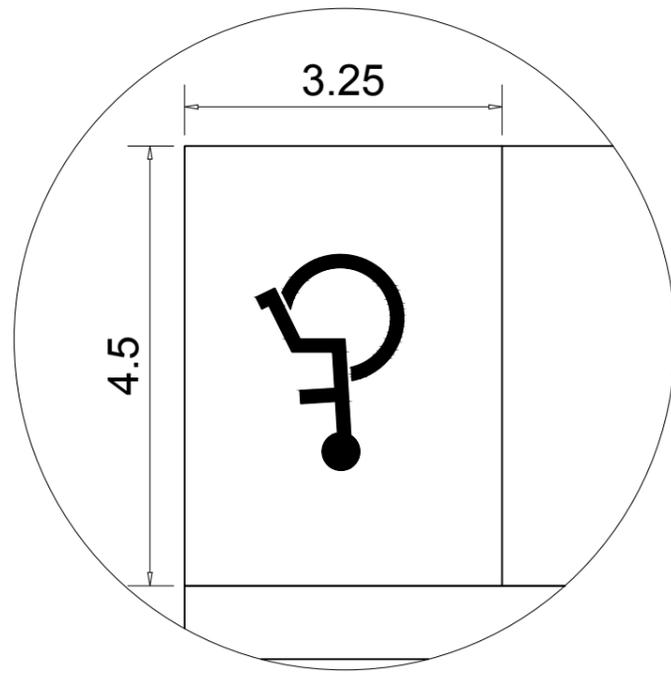
Tabla 19. Presupuesto final.

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata (incl. IVA) a la expresada cantidad de **QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA EUROS.**

DOCUMENTO IV. PLANOS.







(cotas en m)

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE LA ESTRUCTURA DE UN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 1375 M² DEDICADO A ALMACENAMIENTO DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE HORMIGÓN PREFABRICADO, SITO EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL VALLDEPINS DE ULLDECONA

Plano: DISTRIBUCIÓN DE LA PARCELA

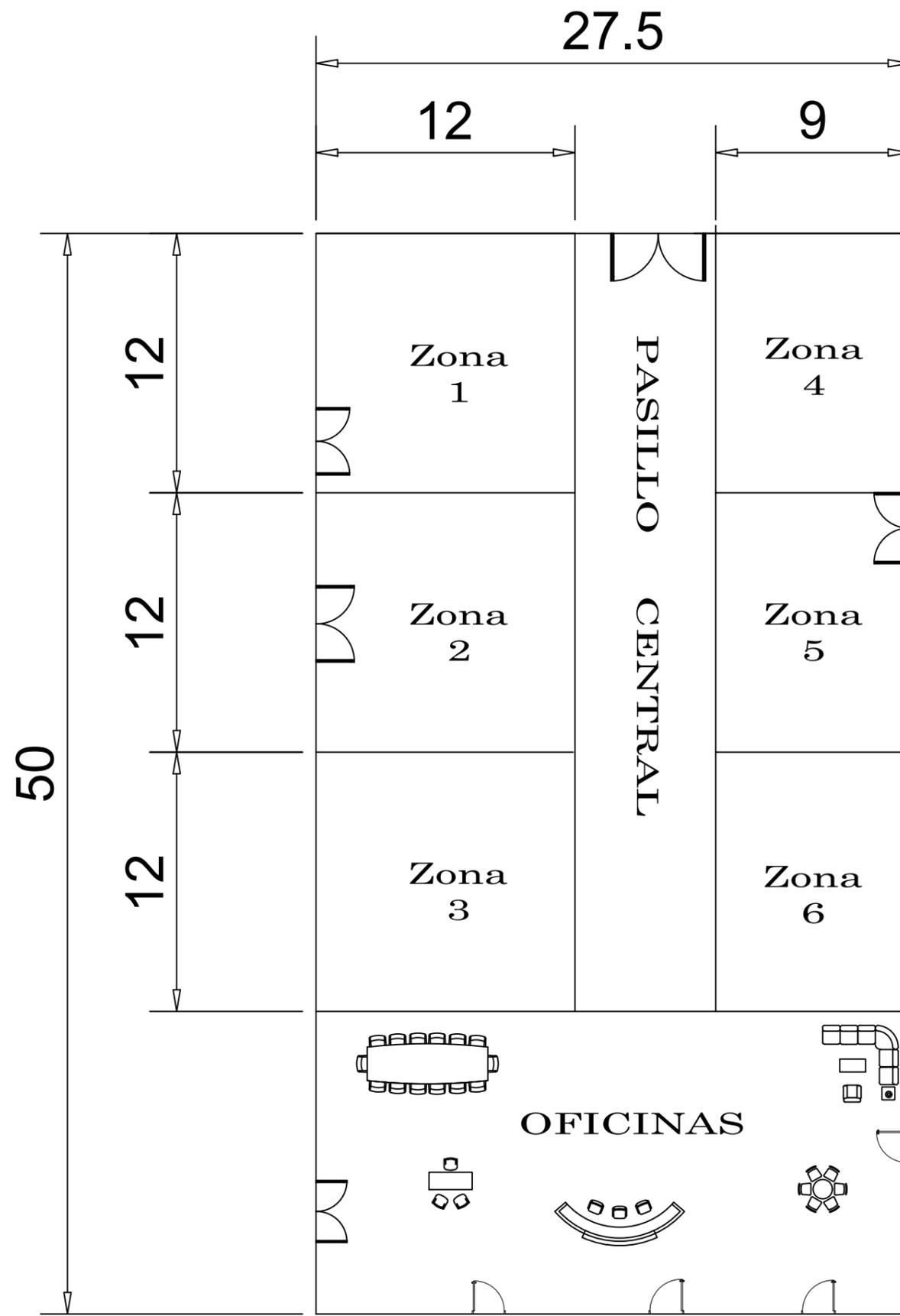
Autor: JOEL BOHIGUES SEGURA

Fecha: SEPTIEMBRE 2023

Escala: 1:400

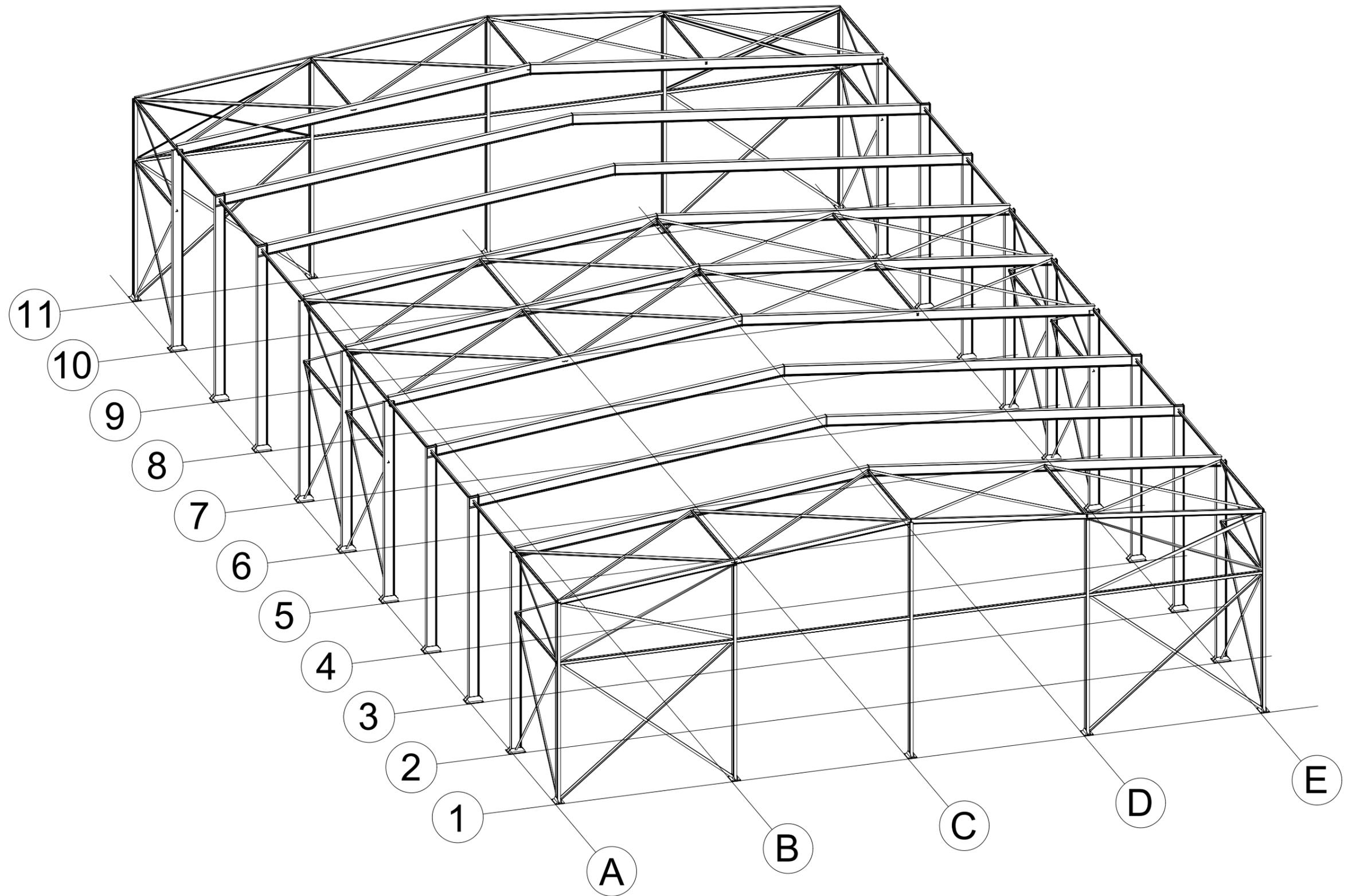
Nº Plano:

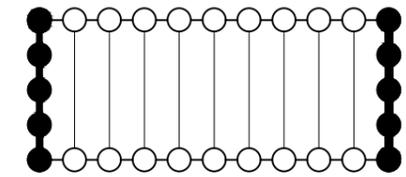
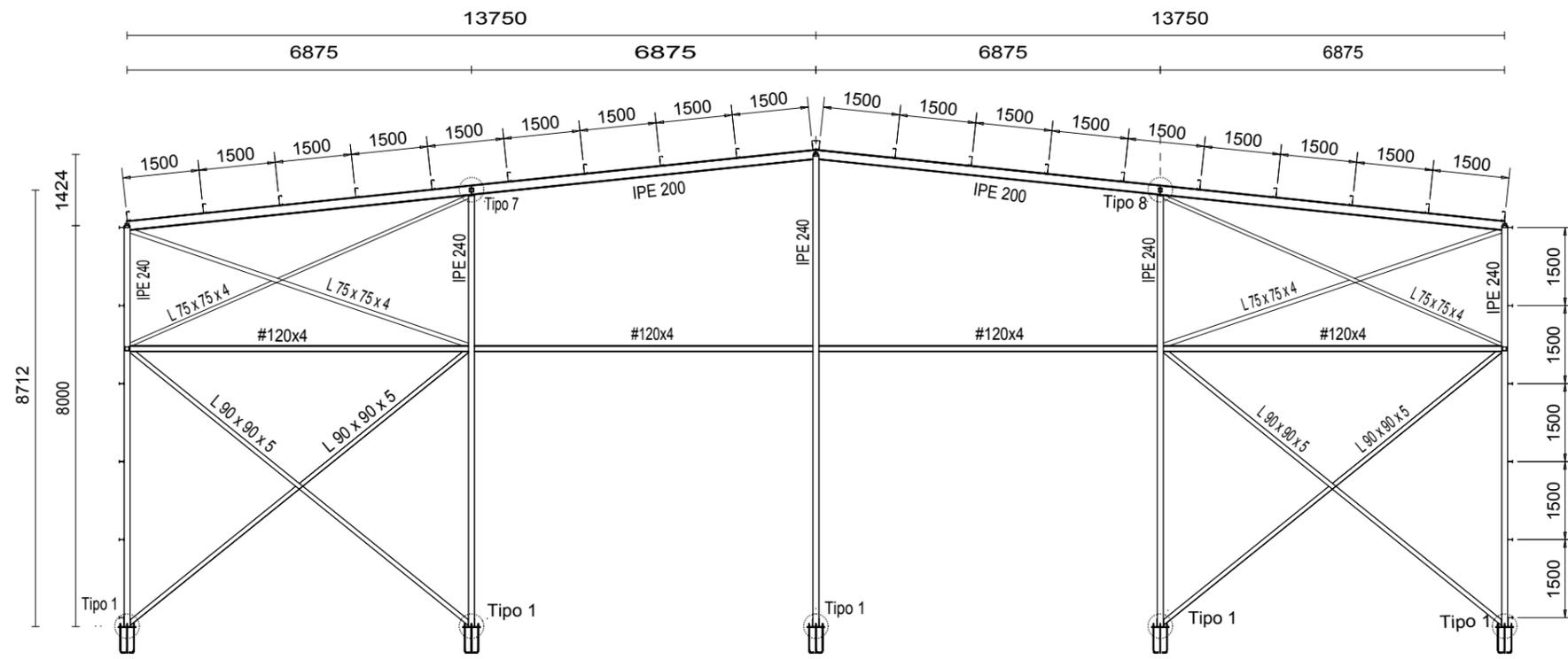
2



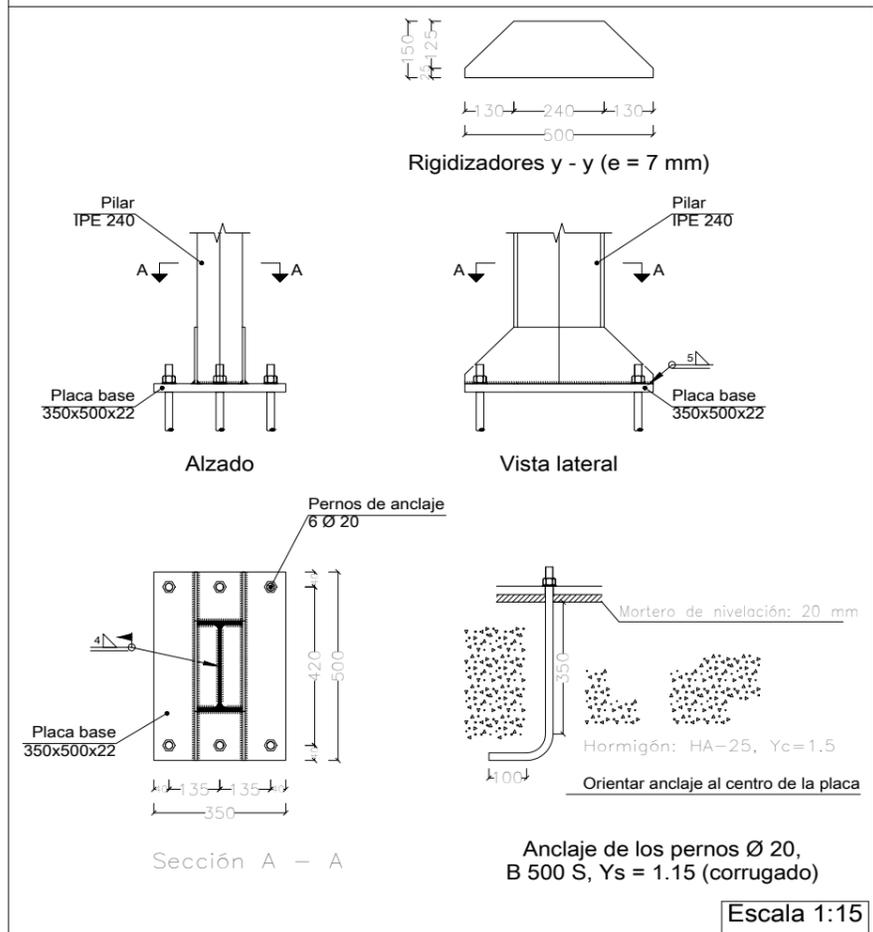
(cotas en m)

ZONAS DE ALMACENAGE.	
Zona 1:	Material para personalización de los prefabricados.
Zona 2:	Acero.
Zona 3:	Pinturas y herramientas.
Zona 4:	Contenedores reciclaje.
Zona 5:	Parte del producto final.
Zona 6:	Espacio libre.

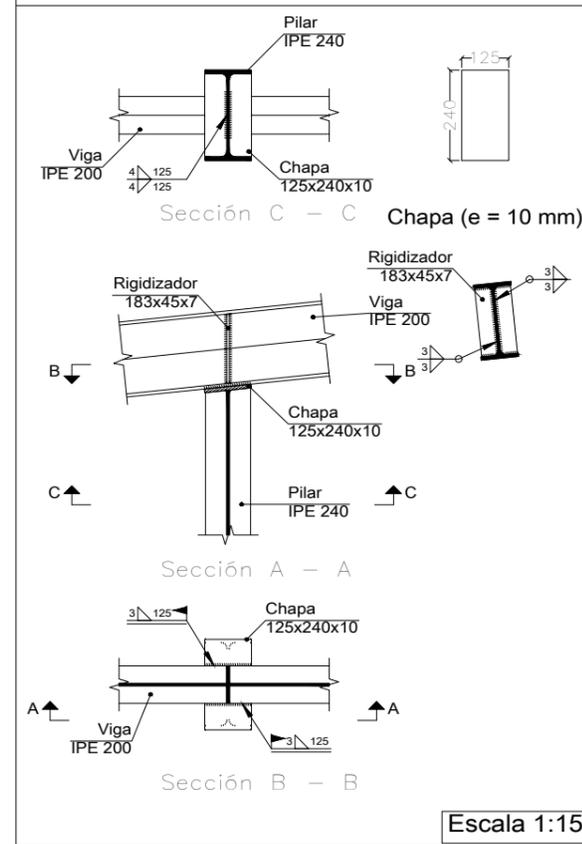




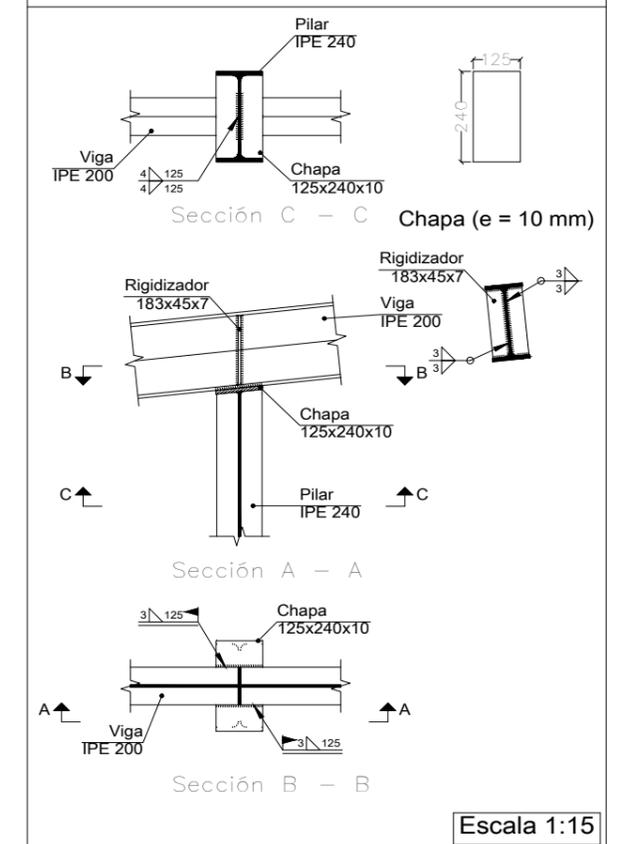
Tipo 1

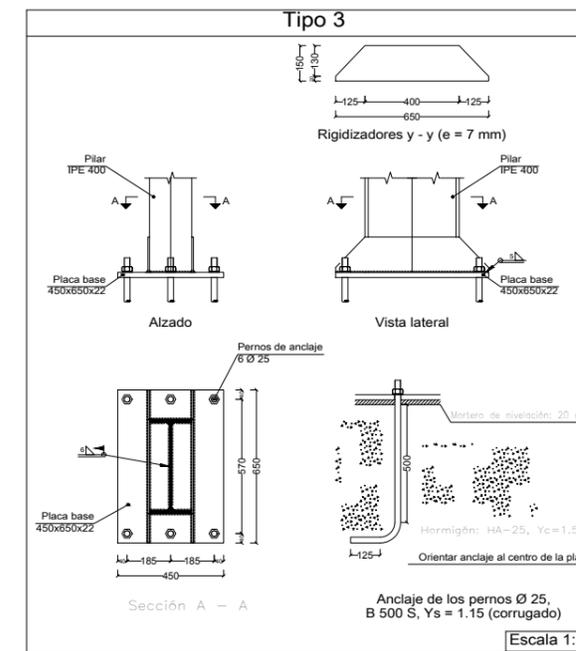
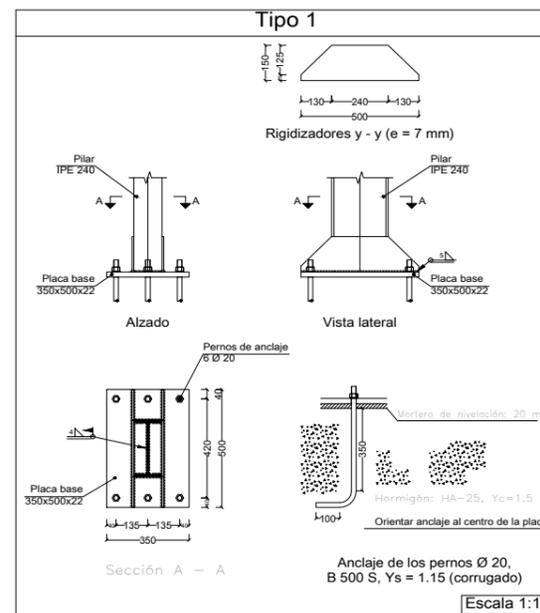
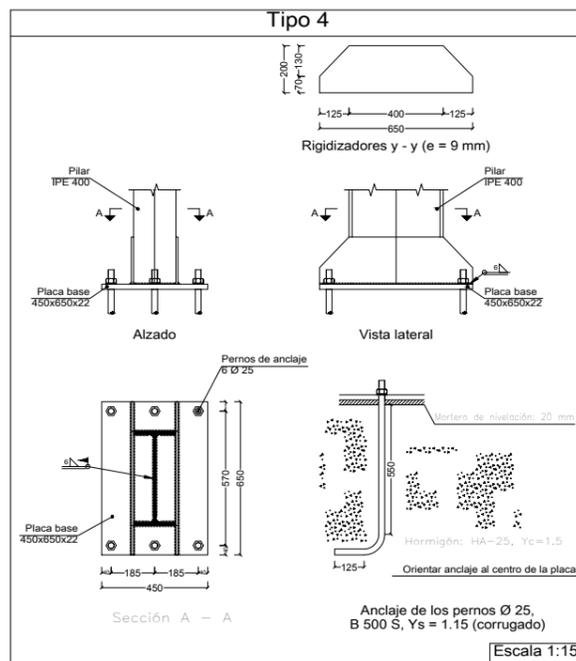
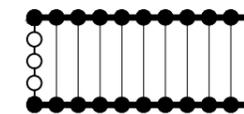
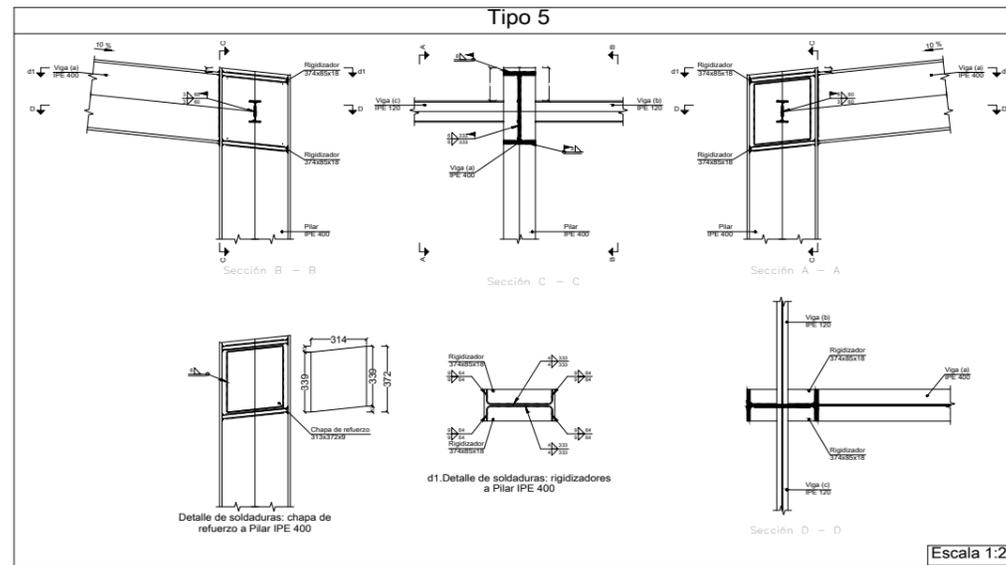
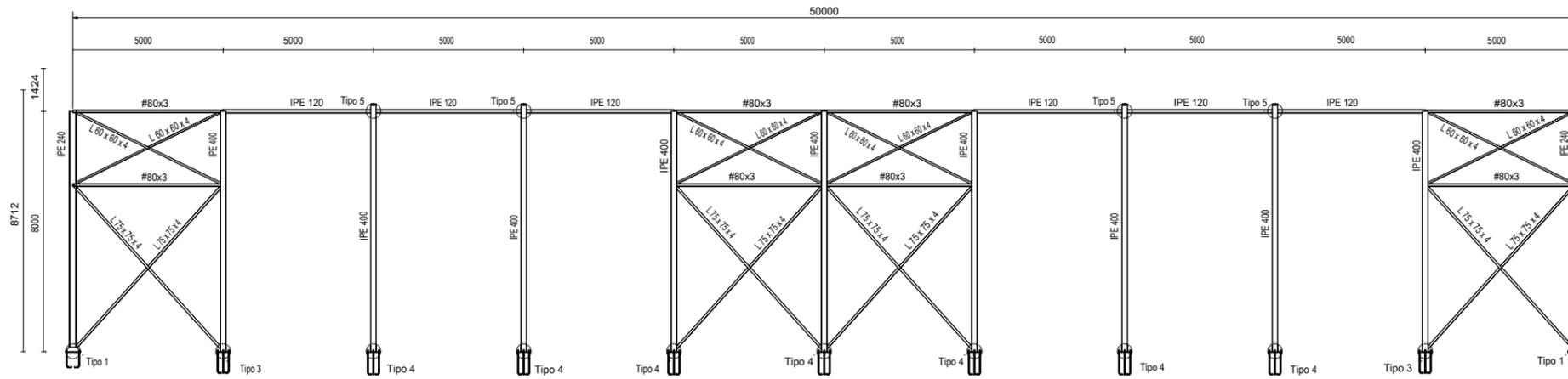


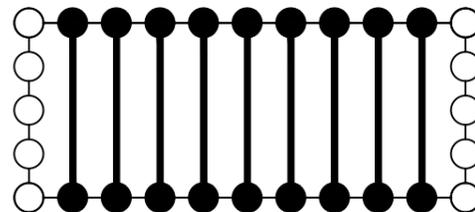
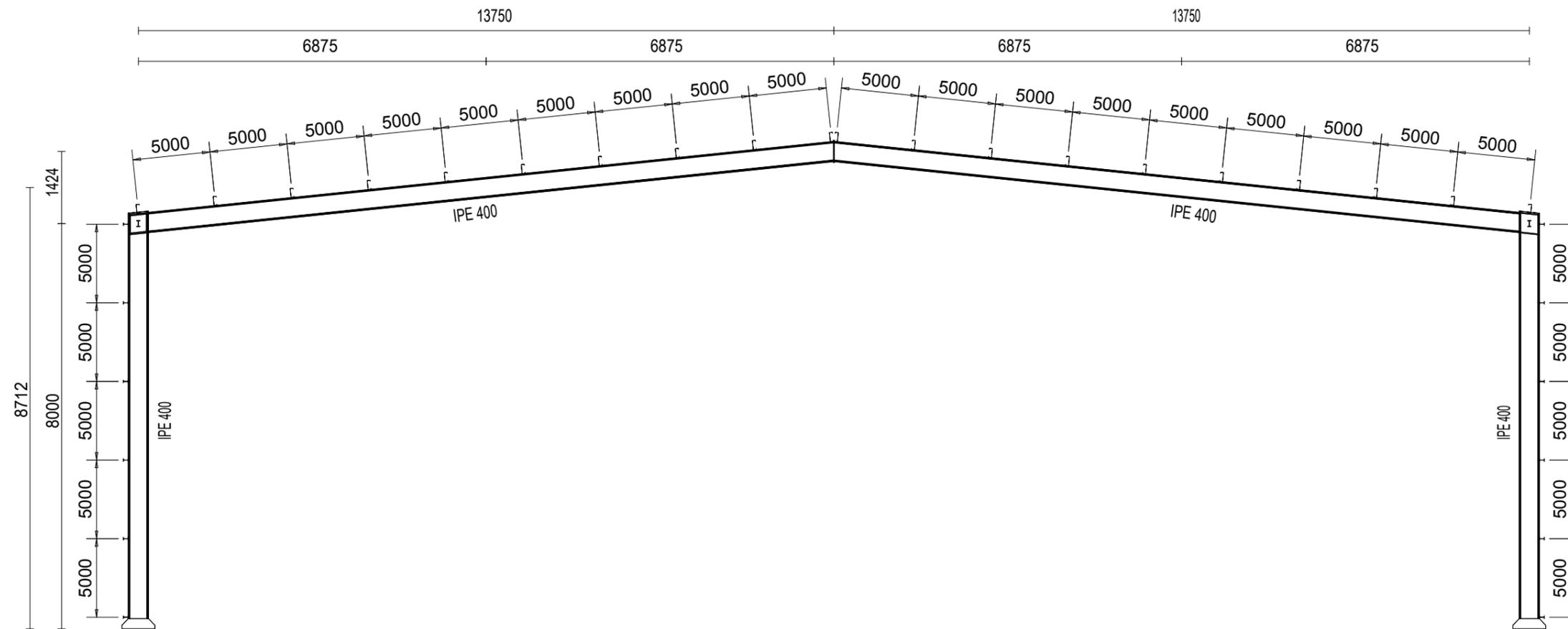
Tipo 7

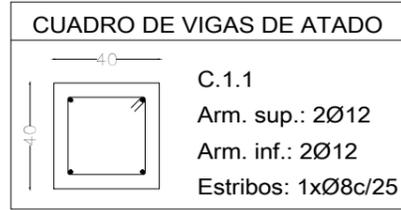
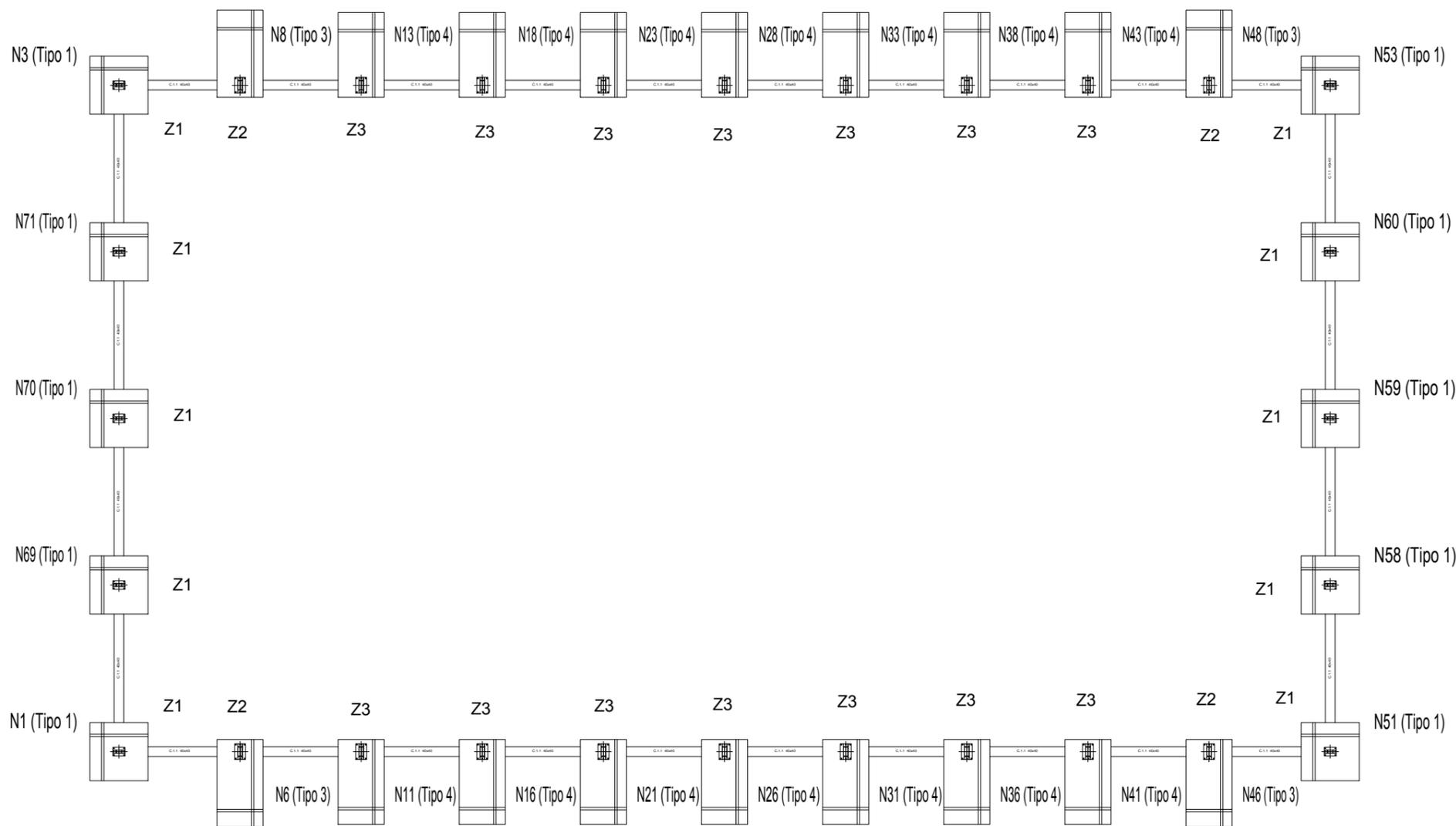


Tipo 8









Características de los materiales - Zapatas de cimentación									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25F20XC2	Fluida (10-15 cm)	20/30 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Viga de atado	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25F20XC2	Fluida (10-15 cm)	20/30 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.35$ $\gamma_Q=1.50$	Adaptado a la Instrucción CTE Db-Cimientos.						
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza		X0	XC1	XC2	XC3		
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	35	35		

Notas

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



Datos geotécnicos

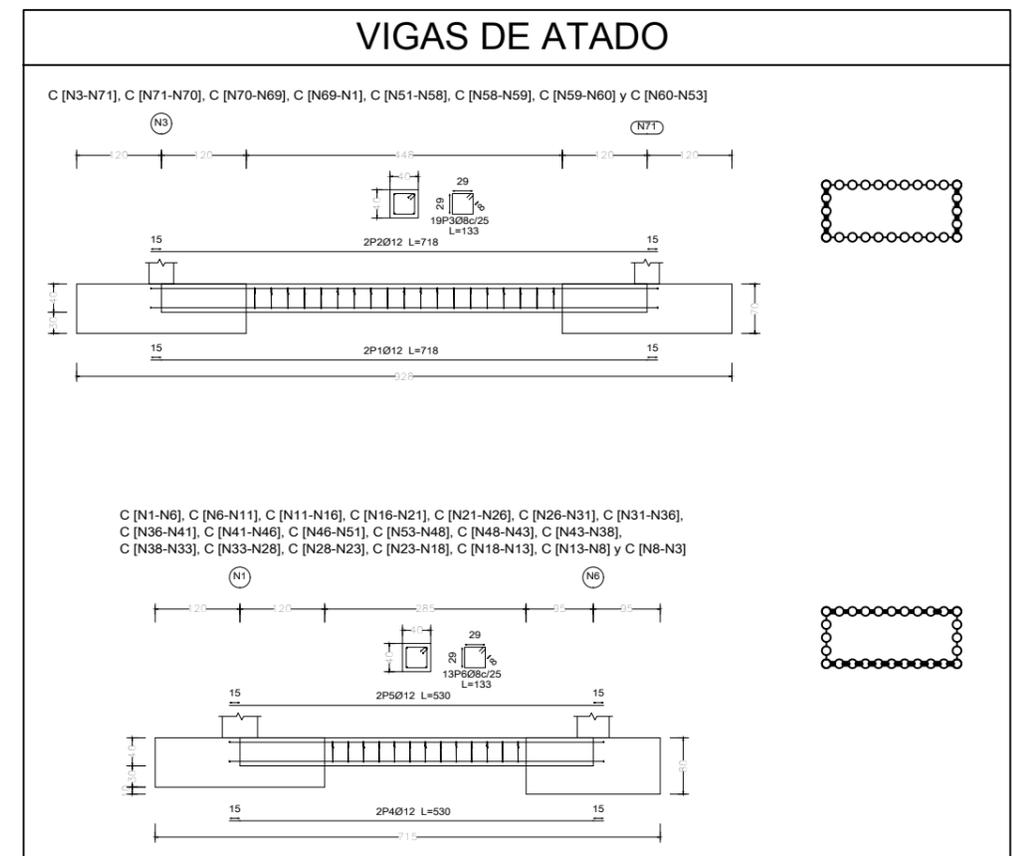
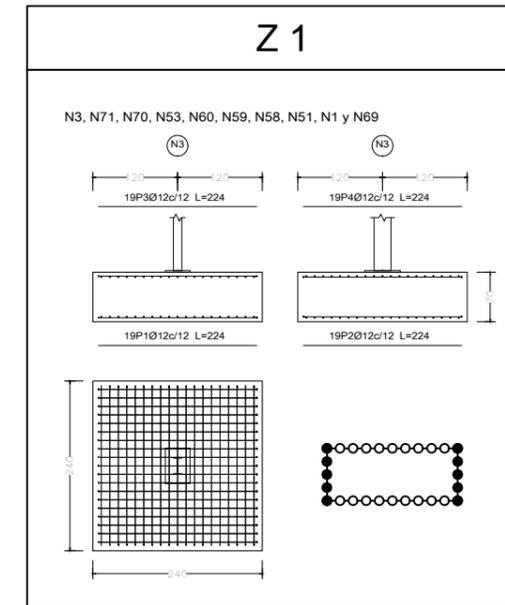
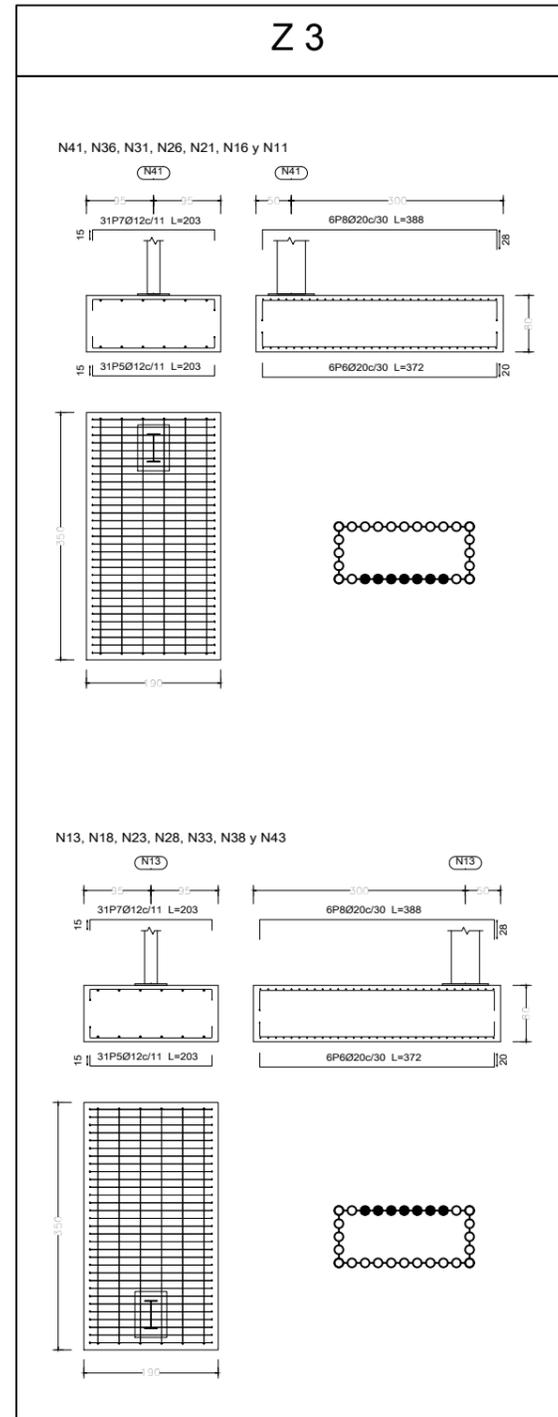
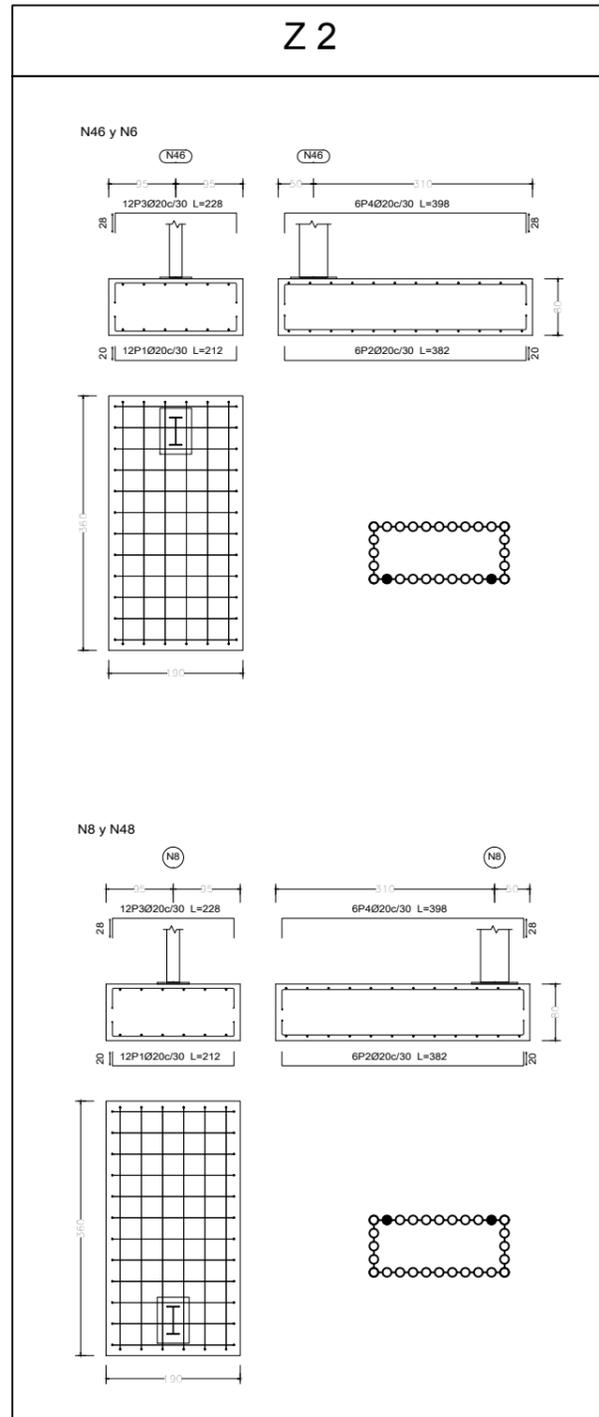
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm²)

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

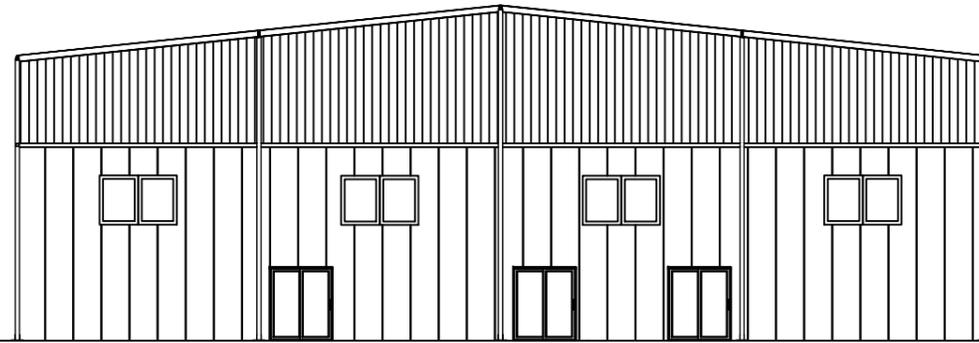
Tipología	Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
Z1	N1, N3, N51, N53, N58, N59, N60, N69, N70 y N71	240x240	70	19Ø12c/12	19Ø12c/12	19Ø12c/12	19Ø12c/12
Z2	N6 y N46	190x360	80	12Ø20c/30	6Ø20c/30	12Ø20c/30	6Ø20c/30
	N8 y N48	190x360	80	12Ø20c/30	6Ø20c/30	12Ø20c/30	6Ø20c/30
Z3	N11, N16, N21, N26, N31, N36 y N41	190x350	80	31Ø12c/11	6Ø20c/30	31Ø12c/11	6Ø20c/30
	N13, N18, N23, N28, N33, N38 y N43	190x350	80	31Ø12c/11	6Ø20c/30	31Ø12c/11	6Ø20c/30

Cuadro de arranques

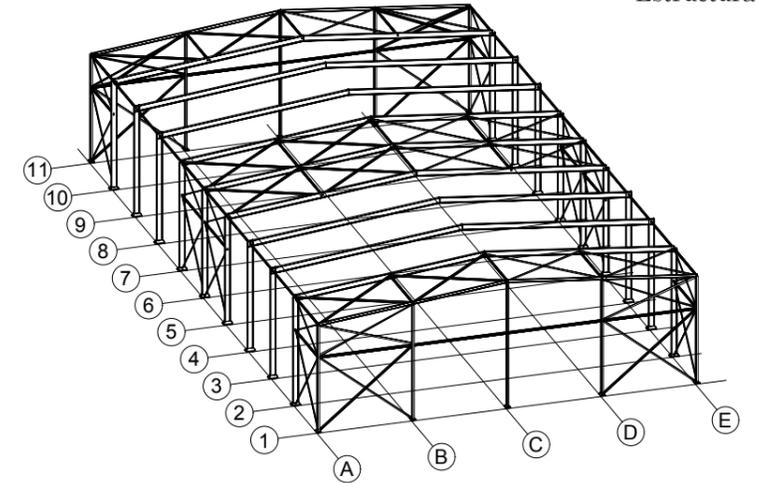
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N71, N70, N53, N60, N59, N58, N51, N1 y N69	6 Pernos Ø 20	Placa base (350x500x22)
N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6	6 Pernos Ø 25	Placa base (450x650x22)



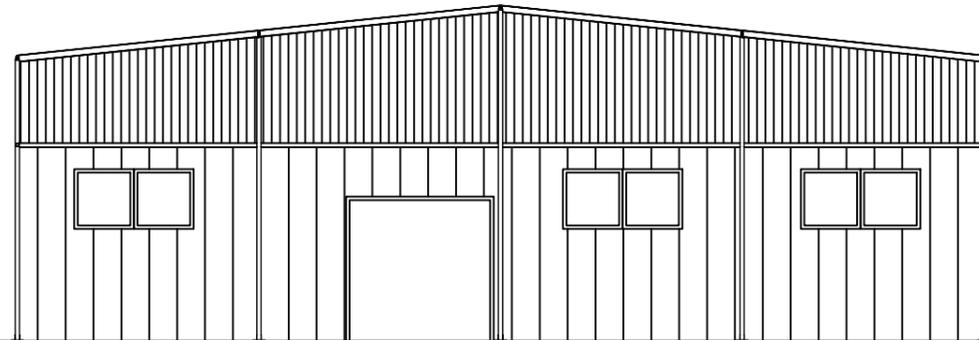
Fachada Frontal (Alineación 1)



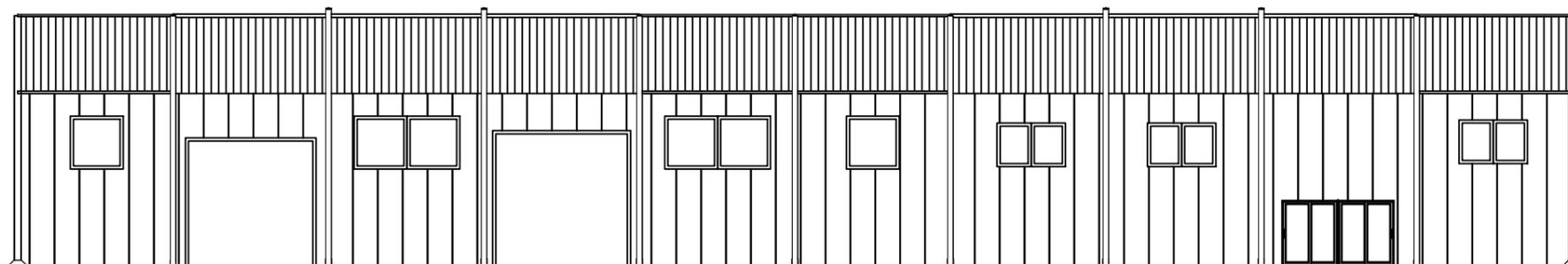
Estructura 3D



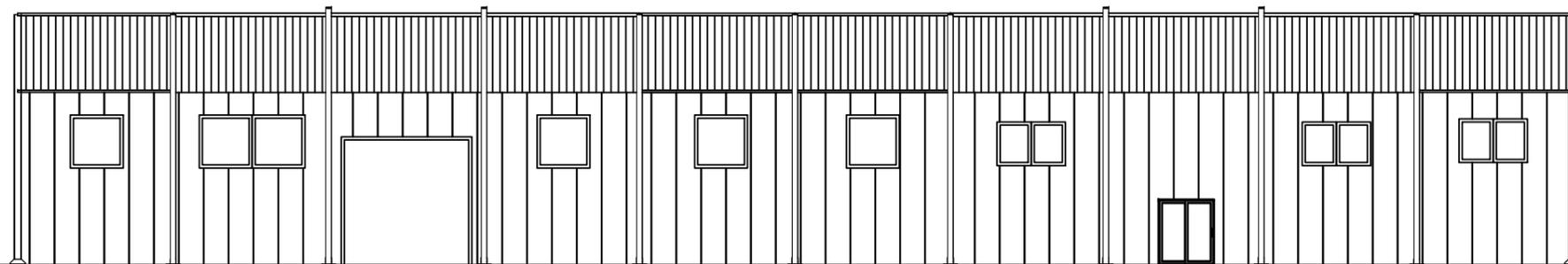
Fachada Trasera (Alineación 11)



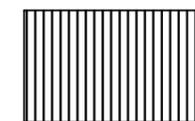
Fachada Lateral Izquierda (Alineación A)



Fachada Lateral Derecha (Alineación E)



Tipo de cerramiento



Paneles de acero tipo sandwich



Paneles de prefabricado de hormigón

