



UNIVERSITAT JAUME I

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS EXPERIMENTALES

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTORA

Laura García Giménez

DIRECTOR

Vicente Albero Gabarda

Castellón, mayo de 2020

SUMMARY

The main purpose carried out by the present project is the structural calculation of the expansion of three industrial buildings for an atomization plant, in addition to its corresponding study of the fire protection system required for its correct execution. This project will be located in the town of Onda, in the province of Castellon, Spain. Specifically, the building will be located on a plot that occupies a total area of 15,400 m², where all the established urban requirements are met and the development of the activity that it will house is compatible.

The proposed expansion will consist of three metal-structured buildings, which will be connected between them and isolated from the existing building. The three buildings will be used to extend an atomization plant as already mentioned, and to carry out storage, production, and distribution of spray-dried pasta in order to meet the needs of the customer and the market.

In the first place, the dimensioning, calculation and verification of the structure involved in the project will be carried out by means of a specific software capable of obtaining the desired results with all the guarantees and taking into account all the regulations in force and applicable. This part of the project is particularly subject in accordance with the national Technical Building Code.

Secondly, a specific fire protection system will be designed for the whole, considered as a single fire sector, and serving again as a basis, the national standard Technical Building Code, more specifically the document CTE-DB-SI. As the study carried out will affect an industrial establishment, the regulations provided by R.D. 2267/2004 will also be used.

It should be noted that all the points described will be carried out not only taking into account the current regulations that affect them but also obeying in the same way and strictly, with all the safety standards required as if it were a real project.

Finally, the measurement and final budget of the proposed project will be carried out, as well as the drawing up of the plans for its perfect understanding.

At all times, the evolution of the project in terms of what has been mentioned, has been managed as if it were a real case, despite not having been able to develop all the real aspects that it would imply because this project is considered simply a Final Degree Project.

RESUMEN

El objetivo principal llevado a cabo por el presente proyecto es el cálculo estructural de la ampliación de tres naves industriales para una planta de atomizado, además de su correspondiente estudio del sistema de protecciones contra incendios requerido para su correcta ejecución. Dicho proyecto estará situado en la localidad de Onda, en la provincia de Castellón, España. Concretamente, la edificación se emplazará en una parcela que ocupa una superficie total de 15.400 m², donde se cumple con todas las exigencias urbanísticas establecidas y es compatible el desarrollo de la actividad que albergará.

La ampliación prevista constará de tres naves de estructura metálica, unidas entre sí y aisladas de la edificación existente. Las tres naves como conjunto servirán para ampliar una planta de atomizado y desarrollar en la misma, las actividades de almacenamiento, producción y distribución de pastas atomizadas con el fin de satisfacer las necesidades del cliente y del mercado.

En primer lugar, se realizará el dimensionado, cálculo y comprobación de la estructura que interviene en el proyecto mediante un software específico capaz de obtener los resultados buscados con todas las garantías y contemplando todas las normativas vigentes y de aplicación. Esta parte del proyecto se encuentra particularmente sometida a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación.

En segundo lugar, se diseñará un sistema de protecciones contra incendio específico para el conjunto, considerado como un único sector de incendios, y sirviendo de nuevo de base, el Código Técnico de la Edificación, más concretamente el documento CTE-DB-SI. Como el estudio llevado a cabo afectará a un establecimiento industrial, se hará uso a su vez de la normativa aportada por el Real Decreto 2267/2004.

Cabe destacar, que todos los puntos descritos se realizarán no solo teniendo en cuenta la normativa vigente que les afecte sino también obedeciendo del mismo modo y estrictamente, con todos los estándares de seguridad exigidos como si de un proyecto real se tratase.

Finalmente, se llevará a la práctica, la medición y el presupuesto final del proyecto propuesto, así como el trazado de los planos del mismo para su perfecta comprensión.

En todo momento, la evolución del proyecto en cuanto a lo mencionado se refiere, se ha gestionado como si fuera un caso real, pese a no haber podido desarrollar todos los aspectos verdaderos que éste implicaría por tratarse este proyecto simplemente de un Trabajo Final de Grado.

RESUM

L'objectiu principal dut a terme pel present projecte és el càlcul estructural de l'ampliació de tres naus industrials per a una planta d'atomitzat, a més del seu corresponent estudi del sistema de proteccions contra incendis requerit per a la seua correcta execució. Aquest projecte estarà situat en la localitat d'Onda, a la província de Castelló, Espanya. Concretament, l'edificació s'emplaçarà en una parcel·la que ocupa una superfície total de 15.400 m², on es compleix amb totes les exigències urbanístiques establides i és compatible el desenvolupament de l'activitat que albergarà.

L'ampliació prevista constarà de tres naus d'estructura metàl·lica, unides entre si i aïllades de l'edificació existent. Les tres naus com a conjunt serviran per a ampliar una planta d'atomitzat i desenvolupar en aquesta, les activitats d'emmagatzematge, producció i distribució de pastes atomitzades amb la finalitat de satisfer les necessitats del client i del mercat.

En primer lloc, es realitzarà el dimensionament, càlcul i comprovació de l'estructura que intervé en el projecte mitjançant un programari específic capaç d'obtindre els resultats buscats amb totes les garanties i contemplant totes les normatives vigents i d'aplicació. Aquesta part del projecte es troba particularment sotmesa al que es disposa en el Codi Tècnic de l'Edificació.

En segon lloc, es dissenyarà un sistema de proteccions contra incendi específic per al conjunt, considerat com un únic sector d'incendis, i servint de nou de base, el Codi Tècnic de l'Edificació, més concretament el document CTE-DB-SI. Com l'estudi dut a terme afectarà un establiment industrial, es farà ús al seu torn de la normativa aportada pel Reial Decret 2267/2004.

Cal destacar, que tots els punts descrits es realitzaran no sols tenint en compte la normativa vigent que els afecte sinó també obeint de la mateixa manera i estrictament, amb tots els estàndards de seguretat exigits com si d'un projecte real es tractara.

Finalment, s'emportarà a la pràctica, el mesurament i el pressupost final del projecte proposat, així com el traçat dels plans del mateix per a la seua perfecta comprensió.

En tot moment, l'evolució del projecte quant a l'esmentat es refereix, s'ha gestionat com si fora un cas real, malgrat no haver pogut desenvolupar tots els aspectes vertaders que aquest implicaria per tractar-se aquest projecte simplement d'un Treball Final de Grau.

CONTENIDO

DOCUMENTO Nº I MEMORIA

DOCUMENTO Nº II PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº III MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº IV CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

DOCUMENTO Nº V PLANOS

DOCUMENTO Nº I. MEMORIA

ÍNDICE DOCUMENTO Nº I. MEMORIA

| | |
|---|-----------|
| DOCUMENTO Nº I. MEMORIA | |
| 1. PROYECTO ESTRUCTURAL | 1 |
| 1.1. INTRODUCTION | 1 |
| 1.2. OBJETO | 1 |
| 1.3. ALCANCE | 1 |
| 1.4. ANTECEDENTES | 2 |
| 1.5. NORMAS Y REFERENCIAS | 3 |
| 1.5.1. Programas empleados | 3 |
| 1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN | 4 |
| 1.7. DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL | 7 |
| 1.7.1. Ficha urbanística | 7 |
| 1.7.2. Descripción general | 8 |
| 1.7.3. Cuadro de superficies | 10 |
| 1.7.4. Descripción de la ampliación | 10 |
| 1.8. DIMENSIONADO Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES | 13 |
| 1.8.1. Acciones consideradas según en CTE | 13 |
| 1.8.2. Dimensionado | 18 |
| 2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | 31 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN | 31 |
| 2.2. OBJETO | 31 |
| 2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS | 31 |
| 2.3.1. Establecimiento | 31 |
| 2.3.2. Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno | 32 |
| 2.3.3. Características de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco | 32 |
| 2.4. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS | 35 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.4.1. | Sectorización de los establecimientos industriales | 35 |
| 2.4.2. | Materiales | 35 |
| 2.4.3. | Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes | 36 |
| 2.4.4. | Estabilidad al fuego de los elementos constructivos de cerramiento | 36 |
| 2.4.5. | Evacuación de los establecimientos industriales | 37 |
| 2.4.6. | Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales | 39 |
| 3. | CONCLUSIONS | 45 |
| 4. | BIBLIOGRAFÍA | 47 |

1. PROYECTO ESTRUCTURAL

1.1. INTRODUCCIÓN

For the realization of this Final Degree Work, a project oriented towards the field of structures has been waged where the sizing and calculation of these have been combined with an adequate study of the fire protection system.

This project consists of three industrial buildings of metal structure that are born from the need of the owner company, to improve its facilities by expanding its atomization plant. The company is linked to the extraction and manufacture of raw materials for pavements, coatings and porcelain stoneware, whose sector is experiencing a major boom in recent times. In order to cover as much demand as possible, this project has been chosen as the best option to overcome the new challenges that the company faces.

The expansion consists of an atomized building, a milled building and truck cargo building which will serve to carry out the storage, production and loading of a large percentage of the raw material that the company disposes.

The aim of the project is to overcome the setbacks that arise throughout the development of the project and meet the required demands and objectives. This way, it is intended to achieve favourable results both in the structural calculation as in the design of the fire system so that the execution of such work on a real scale would be plausible and competent.

1.2. OBJETO

El presente proyecto, basado en un proyecto real, tiene por objeto mediante el diseño y la descripción de las características fundamentales del mismo, servir de base para que en su realización material y cumpliendo con la normativa vigente, se obtenga una resolución favorable de éste.

El proyecto abarca la ampliación de las instalaciones existentes de una planta de atomizado, para la cual se ha propuesto la ampliación de tres naves adosadas entre sí y aisladas del resto de las edificaciones industriales ya presentes.

Por un lado, se llevará a cabo el estudio, cálculo y dimensionado ideal de la edificación industrial de estructura metálica y sus respectivas cimentaciones. Asimismo, se realizará el diseño del sistema de protección contra incendios del nuevo conjunto de naves, atendiendo a los requerimientos exigidos por la normativa aplicable.

Por último, se presentarán las mediciones y presupuestos necesarios para describir de forma íntegra el proyecto que sirve de estudio, así como la documentación gráfica fundamental para la comprensión de la obra.

1.3. ALCANCE

El alcance del proyecto a estudiar consta de dos partes. Por un lado, el cálculo y la optimización de las diferentes estructuras metálicas involucradas en la ampliación del establecimiento industrial, así como el

dimensionado y cálculo de sus cimentaciones. Por otro lado, el estudio del sistema de protección contra incendios de la nueva edificación.

A continuación, se procede a describir los procedimientos seguidos para alcanzar los objetivos establecidos y de esta forma obtener los resultados deseados en la obra descrita:

- ✓ Estudio de las diferentes estructuras metálicas a ejecutar teniendo en cuenta las diferentes condiciones que les afectan y los requisitos que deben cumplir.
- ✓ Diseño de las estructuras metálicas con CYPE Ingenieros mediante el Generador de Pórticos, realizando la inserción de los datos generales de las diferentes estructuras y el entorno, además del dimensionado de las correas tanto laterales como de cubierta.
- ✓ Dimensionado estructural más profundo mediante CYPE 3D basado en la descripción de los perfiles, el pandeo, la flecha y demás factores influyentes. Posterior cálculo del mismo.
- ✓ Dimensionado y cálculo de las cimentaciones pertinentes.
- ✓ Diseño de las protecciones contra incendios empleando la normativa vigente.
- ✓ Medición y presupuesto de todos los elementos involucrados en el proyecto mediante el módulo de Arquímedes.
- ✓ Trazado de planos con el software de diseño AutoCAD.

1.4. ANTECEDENTES

Como ya es conocido, este proyecto nace a partir del aumento en la demanda de los servicios que afectan a la empresa, cuya planta de atomizados está siendo caso de estudio. La alta demanda de pastas atomizadas junto al próspero momento que está viviendo en estos últimos años el sector industrial, han provocado que dicha empresa se vea obligada a ampliar sus instalaciones con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes.

Es por eso, que la ampliación en cuestión se diseñará de forma que se puedan cumplir las exigencias impuestas en la actualidad por el mercado a nivel nacional y mundial.

Tanto para el diseño de la nave de atomizado como para la nave de molienda, era muy importante obtener naves lo más diáfanas posible, donde el aprovechamiento de espacio fuera máximo con el fin de lograr la mayor optimización. Por esta razón, se ha realizado un diseño sin apoyos intermedios para no interferir de ninguna manera, en la disposición de maquinaria y material dentro de ambas naves y alcanzar el máximo rendimiento en la futura infraestructura ampliada.

Por otro lado, las alturas de las tres naves se han planteado teniendo en cuenta, por un lado, la clase de maquinaria requerida tanto para la nave de atomizado como para la nave de molienda, y por otro, las dimensiones máximas de los camiones para que no hubiera ningún problema a la hora de acceder a la nave para la carga de camiones.

Los dos últimos puntos descritos no podrían subsistir sin la inclusión en el diseño, de una estructura metálica compuesta por perfiles de acero y otros elementos constructivos lo suficientemente resistentes para poder lograr un dimensionamiento apto y favorable.

1.5. NORMAS Y REFERENCIAS

Por un lado, el proyecto basado en el dimensionado y cálculo estructural se somete a lo dispuesto en la legislación básica vigente y expresamente al *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*, código que incluye el siguiente Documento Básico referente a la seguridad estructural que tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas:

- **CTE-DB-SE:** Seguridad estructural
 - **CTE-DB-SE-AE:** Acciones en la edificación
 - **CTE-DB-SE-A:** Acero
 - **CTE-DB-SE-C:** Cimientos

Por otro lado, el proyecto basado en el estudio del sistema de protección contra incendios se basa en la siguiente legislación:

- **REAL DECRETO 2267/2004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- **REAL DECRETO 513/2017**, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- **CTE-DB-SI:** Seguridad en caso de incendio

Además, se ha empleado la siguiente normativa para que las cimentaciones diseñadas cumplan con todas las exigencias:

- **REAL DECRETO 1247/2008**, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

1.5.1. Programas empleados

Tanto para el cálculo estructural como para realizar las mediciones pertinentes de cara a describir de forma clara y complete el proyecto en cuestión, se empleará el programa CYPE Ingenieros 2019.

Dicho programa está formado por varios módulos especializados de los cuales se utilizarán los siguientes:

Generador de pórticos

Genera geometrías de pórticos y cerchas, tanto simples como múltiples. Por otro lado, se consiguen generar automáticamente cargas de viento y nieve sabiendo el lugar donde discurre la obra estudiada. Además, dicho modulo se emplea para dimensionar y optimizar las correas metálicas de cubierta y lateral de fachada. Finalmente, se exporta la geometría y las cargas obtenidas al programa CYPE 3D para seguir desarrollando la estructura generada.

Cype 3D

Éste es un módulo muy ágil capaz de calcular en tres dimensiones cualquier tipo de estructura formada por barras de cualquier material, incluido el dimensionamiento de las uniones y su cimentación. Se encarga de una manera muy eficaz de realizar el cálculo, dimensionado y comprobaciones requeridas. Se podrán obtener, además, los listados y planos necesarios para describir por completo el proyecto.

Arquímedes

Con este módulo se pueden obtener las mediciones, presupuestos, certificaciones, pliegos de condiciones y libro del edificio pertinentes para la obra realizada. Es posible tomar la información de bancos de precios existentes en el mercado, mediante el Generador de precios de la construcción de CYPE Ingenieros, de bancos de precios propios y de otros presupuestos realizados. Así pues, es una herramienta de una gran utilidad que permite obtener unos resultados muy ajustados a la realidad actual. Por otra parte, tanto las mediciones como la confección de certificados se podrán efectuar tanto de forma manual como automático generando listados relacionados con el presupuesto de la obra realizada. De esta forma se consiguen realizar estudios con una gran línea de detalle y veracidad.

Por otro lado, como programa de apoyo se empleará AutoCAD 2019, cuyas características vienen descritas a continuación. Pese a que CYPE Ingenieros 2019 es capaz de sacar planos en 2D y 3D del modelo dimensionado con dicho software, se empleará el AutoCAD para obtener planos en 2D con mayor detalle y mejor grafismo en general que facilitarán la comprensión e interpretación de los planos realizados.

Por otra parte, de cara a conseguir un trazado óptimo y claro de todos los elementos involucrados en el proyecto, se han realizado los planos empleando el software descrito a continuación:

AutoCAD 2019

En este programa tipo CAD, se emplean herramientas de diseño asistido muy avanzadas que facilitan el desarrollo y la elaboración tanto de piezas dimensionales como de modelos tridimensionales de alta complejidad. Su sistema de capas permite al usuario trabajar de una forma ordenada y personal sobre los diferentes elementos que conforman la pieza o plano desarrollado. Es uno de los programas más relevantes dentro del diseño de planos, y entre otras cosas, ofrece una extensa librería de recursos como colores, grosores de líneas y texturas. Además, dicho software incorpora en sus últimas versiones, el concepto de espacio modelo y espacio papel, permitiendo separar las fases de diseño de las fases necesarias para la creación de planos a una escala específica.

En este proyecto se ha optado por emplear este software para la creación de los distintos planos que describen la obra, ya que se ha considerado que el resultado final es de una mayor calidad y claridad que empleando los planos aportados por CYPE 3D. Se han dibujado todos los planos que se han considerado necesarios para describir a la perfección todos los factores involucrados en la ampliación llevada a cabo, desde secciones y alzados hasta detalles de las cubiertas o las cimentaciones.

1.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

En la composición de las piezas cerámicas se incluyen principalmente arcillas naturales y componentes minerales mezclados con aditivos de diferente naturaleza. Entre las propiedades más relevantes de los productos cerámicos, figuran su elevada resistencia, su gran poder de aislamiento térmico y eléctrico, la inercia química y la inocuidad o su larga vida útil, entre otras.

Para su fabricación, es necesario desarrollar una serie de etapas sucesivas hasta alcanzar el producto final

deseado. De todas ellas, cabe destacar tres fases consideradas fundamentales en el proceso productivo llevado a cabo y que se resumen de la siguiente manera:

- 1) Preparación de las materias primas
- 2) Conformación o modelado
- 3) Proceso de cocción



Figura 1. Diagrama del proceso de fabricación

Este apartado se centrará en el estudio de la primera fase. Habitualmente, se reciben las materias primas tal y como se extraen de las minas o canteras. Con el fin de asegurar la continuidad de sus características, es fundamental la homogeneización previa de las mismas.

Tras seleccionar las arcillas y otras materias primas no arcillosas, así como los aditivos que deban formar parte de la composición final deseada, se somete dichos componentes a un proceso de mezclado y de molturación, que dispersa las partículas, reduce su tamaño y las prepara para el posterior proceso de modelado. En la actualidad, se ofrecen principalmente dos alternativas para realizar el proceso descrito:

Molturación por vía seca

El conjunto de arcillas y otros componentes se mezclan y se reducen de tamaño por medios mecánicos sin emplear agua.

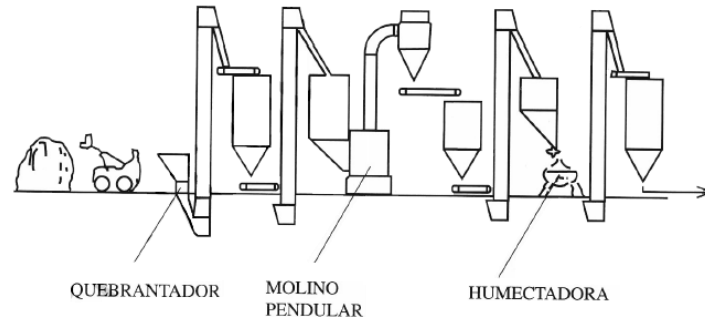


Figura 2. Molturación por vía seca

Molturación por vía húmeda

En este caso, la composición ya mencionada, se mezcla con agua para someterse a una molienda ya sea en molinos rotatorios o de bolas. Como resultado, se obtiene una mezcla de un líquido denso denominado barbotina, la cual contiene la formulación que dará el tipo de producto final deseado.

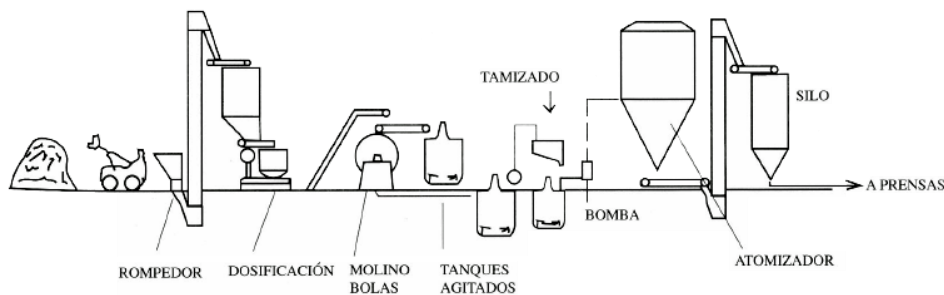


Figura 3. Molturación por vía húmeda

Hoy en día, la industria cerámica se inclina más por el proceso de preparación de las materias primas vía húmeda. Esto se debe a que no es posible sustituir en atomizado por otra materia prima que ofrezca la misma calidad en el producto final.

Tras la molturación, se le realiza a la barbotina una extracción de la humedad mediante el proceso de atomizado. Las arcillas y los restantes materiales se mezclan en grandes depósitos y se bombean a un atomizador que pulveriza y seca la barbotina al ponerla en contacto con una corriente de gases calientes. Como resultado, se obtiene la materia prima servida en bolas esféricas huecas y muy uniformes con un contenido de humedad entre un 5-7%.

Una vez el producto está atomizado, éste se almacena en silos a la espera de ser transportado para posteriores tratamientos.

En el proyecto que nos concierne, el producto ya atomizado se cargará en camiones mediante cintas transportadoras aéreas para su posterior comercialización.

1.7. DESCRIPCIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

1.7.1. Ficha urbanística

La ampliación se llevará a cabo en Onda (Castellón). Por tanto, el suelo donde se establecerá la actividad según el plan general de ordenación urbana de Onda es considerado como *Suelo Urbano Industrial* y zona de ordenación urbanística *SUR-9*, compatible con el uso al cual se destinará la edificación industrial y cuyos parámetros se detallan a continuación.

| Clasificación y uso del suelo: Suelo urbanizable industrial | | |
|--|--|--|
| Zona de ordenación: SUR-9 | | |
| | ORDENANZA MUNICIPAL | PROYECTO |
| PARCELACIÓN DEL SUELO | | |
| 1. Superficie parcela mínima | $\geq 2.000 \text{ m}^2$ | 15.400 m² |
| 2. Ancho fachada mínimo | - | - |
| 3. Ancho de calle | - | - |
| ALTURAS EDIFICACIÓN | | |
| 4. Alturas de la edificación | <i>Nave industrial planta baja:</i> sin límites | Nave Atomizador: 10m Nave Molienda: 8m Nave Carga Camiones: 6m Nave existente: 6m |
| 5. Altura máxima de cornisa | - | - |
| 6. Áticos retranqueados | - | - |
| 7. Altura planta semisótanos/rasante | - | - |
| VOLUMEN EDIFICACIÓN | | |
| 8. Edificabilidad máxima | 0,6258 m ² t/m ² s | 0,369 m² t/m²s |
| 9. Volumen máximo | 4,5 m ³ /m ³ | 3,17 m³ /m³ |
| SITUACIÓN EDIFICACIÓN | | |
| 10. Profundidad edificable | - | - |
| 11. Separación a linde fachada | $\geq 8 \text{ m}$ | 8,7 m |
| 12. Separación a lindes laterales y posterior | $\geq 4 \text{ m}$ | 8,4 m |
| 13. Retranqueo de fachada | - | - |
| 14. Separación mínima entre edificaciones | - | - |
| 15. Máxima ocupación en planta | 62,58 % (9.638 m ²) | 36,87 % (5.678,65 m²) |
| DOTACIÓN DE APARCAMIENTOS | | |
| 16. Aparcamiento | 1 plaza/ 150 m ² (38 plazas) | Existente + Ampliación: 38 plazas |

Tabla 1. Ficha urbanística según P.G.O.U. de Onda

1.7.2. Descripción general

El presente proyecto abarca la ampliación de tres naves industriales, con estructura compuesta por pilares y jácenas metálicas con perfiles de diferentes tipos que se describirán más adelante y los cuales se podrán percibir en los planos adjuntos. El cerramiento estará compuesto por paneles alveolares prefabricados de hormigón pretensado de 16 cm de espesor hasta llegar a los 2,20 metros de altura desde la cota cero, estando el resto de las naves formado por chapa perfilada de acero galvanizado y prelacada, de 0,6 mm de espesor. Por otra parte, las cubiertas estarán formadas por placas metálicas de chapa galvanizada de 0,6 mm y por traslúcidos de poliéster, y dispondrán de una pendiente del 15%. La distribución en planta de las naves descritas se puede apreciar a continuación:

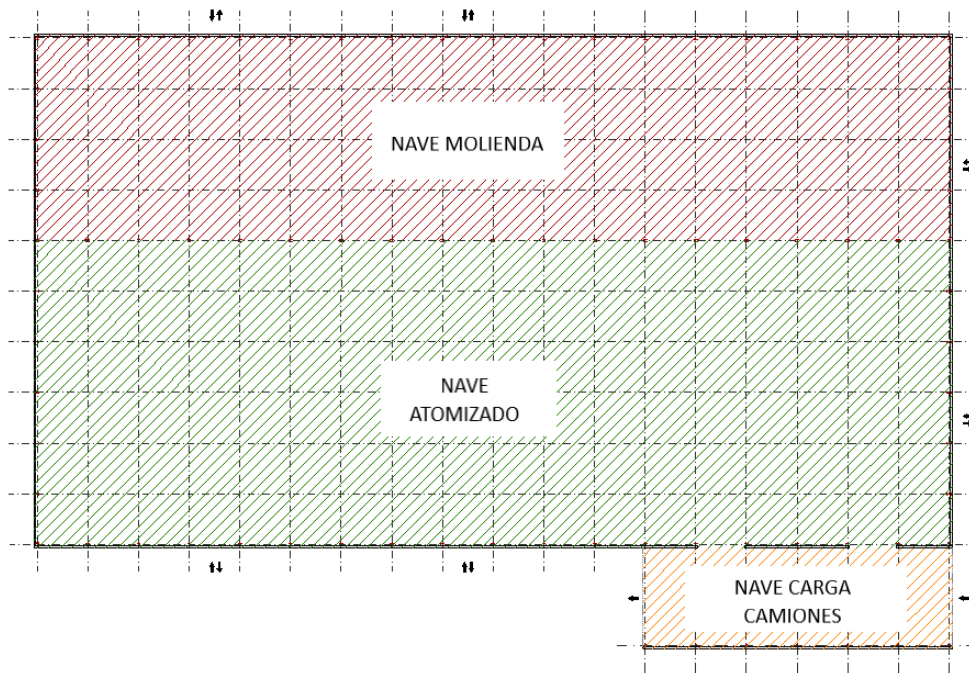


Figura 4. Planta general de la ampliación

Nave Atomizado

Esta nave será a dos aguas y se ejecutará adosada a las nuevas naves de molienda y de carga de camiones, y servirá para contener el nuevo atomizador. La nave tendrá una superficie de 2.752,90 m² y una altura de 10 metros hasta cabeza de pilar.

Nave Molienda

Se ejecutará adosada a la nave atomizado y servirá para cubrir el proceso de molienda de las materias primas. Dicha nave será a dos aguas y tendrá una superficie de 1.843,98 m² y una altura libre de 8 metros.

Nave Carga Camiones

Esta nave diseñada a un agua se ejecutará adosada a la nave atomizado y servirá para la carga de camiones. Esta nave está abierta en ambos extremos transversales para la entrada y salida de los camiones y tendrá una superficie construida de 305,77 m² y una altura de 6 metros a cabeza de pilar.

El conjunto de las naves se ha diseñado de forma que el espacio disponible sea lo más diáfano posible y el aprovechamiento sea máximo con el fin de obtener una ampliación lo más efectiva y funcional posible. A continuación, se muestra la disposición de las nuevas naves en 3D para que se pueda apreciar claramente, la geometría final de las mismas además de sus dimensiones y el orden en el que se encuentran organizadas.

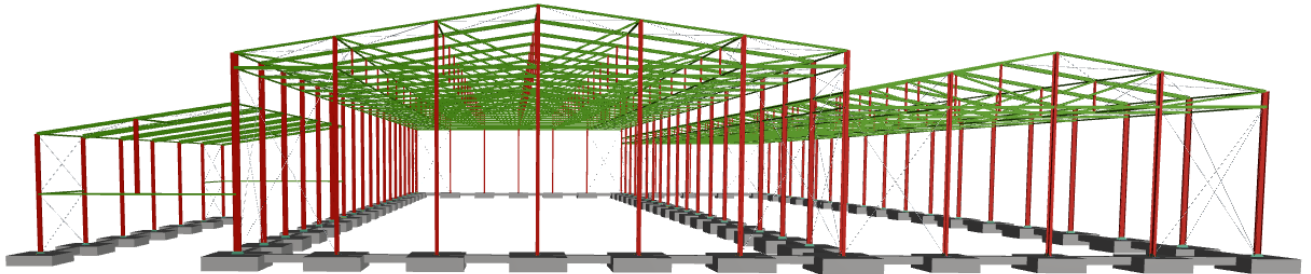


Figura 5. Vista 3D frontal

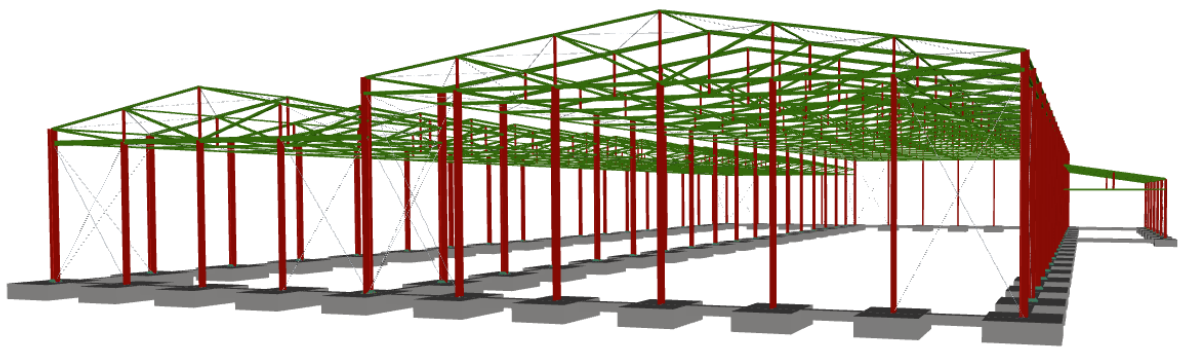


Figura 6. Vista 3D trasera

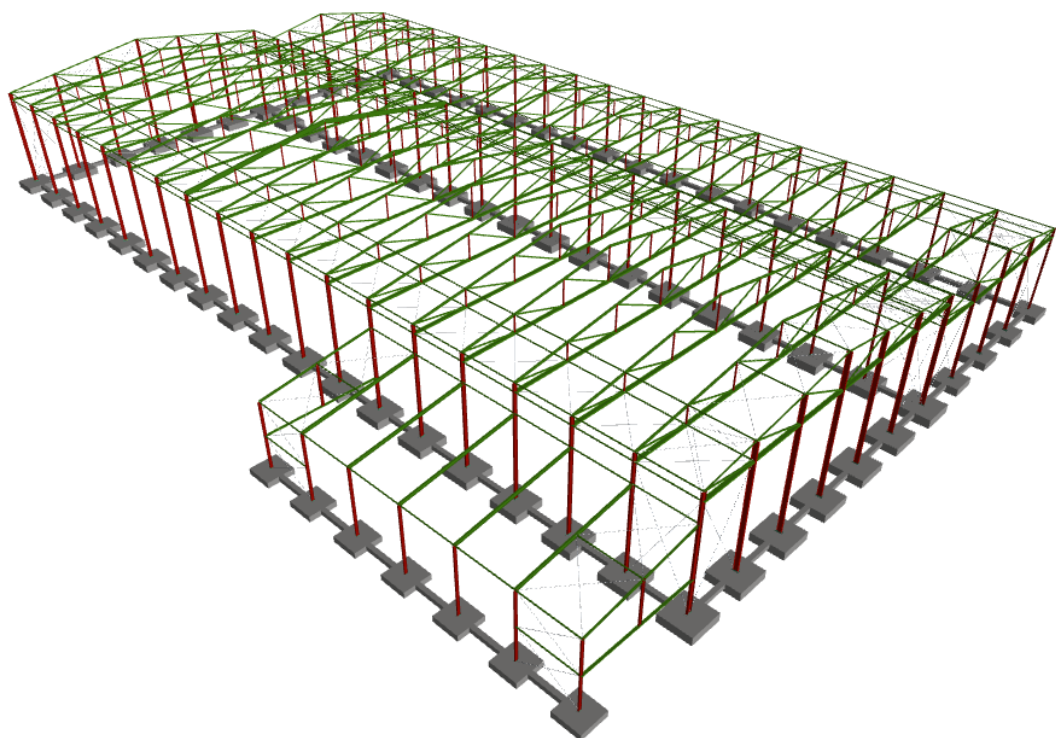


Figura 7. Vista 3D global

1.7.3. Cuadro de superficies

Para una mejor comprensión, se describen las diferentes superficies y volúmenes que intervienen en la ampliación.

| RESUMEN DE SUPERFICIES CONSTRUIDAS | ALTURA (m) | SUPERFICIE (m ²) | VOLUMEN (m ³) |
|------------------------------------|------------|------------------------------|---------------------------|
| SUPERFICIE EXISTENTE | 6 | 776,00 | 4.656,00 |
| NAVE ATOMIZADO | 10 | 2.752,90 | 27.529,00 |
| NAVE MOLIENDA | 8 | 1.843,98 | 14.751,84 |
| NAVE CARGA CAMIONES | 6 | 305,77 | 1.834,62 |
| SUPERFICIE AMPLIACIÓN | | 4.902,65 | 44.115,46 |
| SUPERFICIE TOTAL | | 5.678,65 | 48.771,46 |

Tabla 2. Superficies de construcción

1.7.4. Descripción de la ampliación

Como ya se ha mencionado con anterioridad, en la ampliación diseñada, se han intentado unir las tres zonas de trabajo fundamentales en el proceso de fabricación con el fin de optimizar los tiempos de producción y obtener una mayor eficiencia y productividad en el sistema.

Nave Atomizado

En planta, dicha nave tiene una superficie de 90 metros de largo por 30 metros de ancho a ejes de pilar, obteniendo en total, una superficie construida de 2.752,90 m². La nave tiene una gran envergadura, siendo su altura hasta la cabeza de pilar de 10 metros para así poder albergar en su interior toda la maquinaria necesaria para llevar a cabo el proceso de atomizado. Además, consta de 19 pórticos separados entre sí de eje a eje a 5 metros. Todos sus pórticos, tanto hastiales como interiores, dispondrán de cercha metálica compuesta por dinteles y cordones inferiores de perfiles tipo IPE y diagonales formadas por tubulares huecos cuadrados. Por otro lado, los pilares laterales y de esquina estarán formados por perfiles tipo HEA mientras que los hastiales se constituirán mediante perfiles tipo IPE. Dichos pilares presentarán distintas dimensiones en función de las exigencias en seguridad.

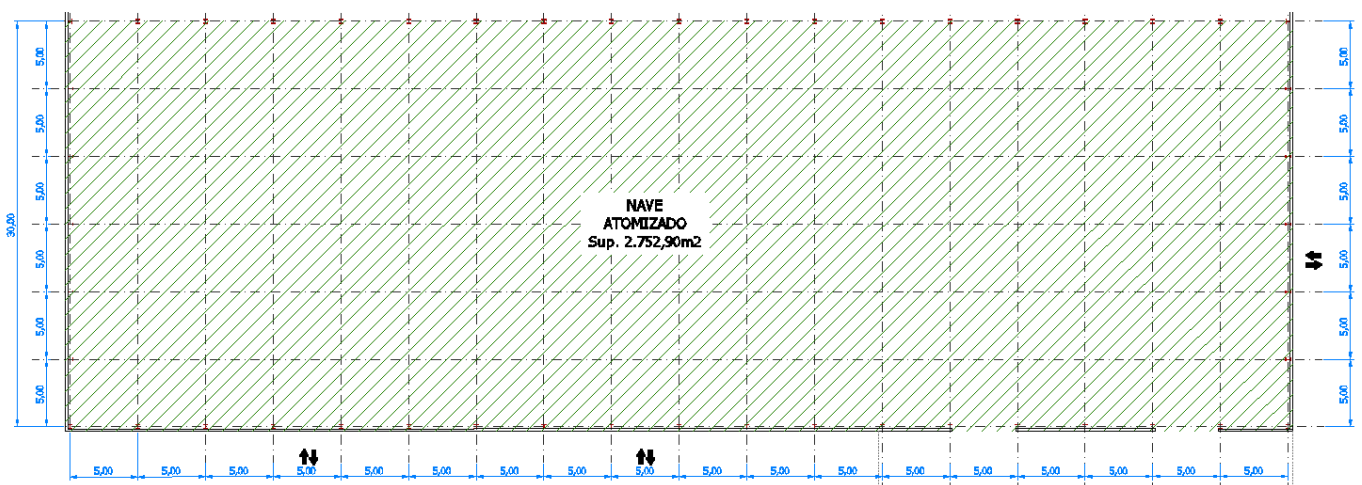


Figura 8. Distribución general de la Nave atomizado

Con el fin de obtener un comportamiento del conjunto adecuado, se han dispuesto arriostramientos tanto en cubierta como en las fachadas, en forma de Cruces de San Andrés, constituyendo unos entramados en los planos de cubierta y fachada capaces de absorber las acciones de viento y limitando a su vez las longitudes de pandeo en las celosías. Además, se ha realizado la inclusión de una viga durmiente con el fin de repartir la distribución de cargas recibida de manera más uniforme y lograr esfuerzos más favorables.

Las dimensiones de la nave estarán condicionadas por la actividad llevada a cabo y las exigencias de la misma, ya que la maquinaria a instalar ocupará una gran superficie debido a su gran longitud y altura y, por tanto, su instalación exige unos requisitos muy concretos. Del mismo modo, se han diseñado los accesos desde dicha nave a las naves adosadas de forma que, se permita diseñar la disposición de la maquinaria en planta de la forma más precisa y segura. Además, estos accesos se han hecho de forma que el espacio sea lo más dinámico posible y a primera vista todas las naves parezcan un mismo conjunto, dando así continuidad a la instalación y a su sistema de producción.

La nave en cuestión sirve de nexo entre las otras dos naves y es el lugar donde se realiza la actividad principal llevada a cabo por la empresa. Esta zona será donde a partir de la materia prima se obtendrá el producto final que más tarde se cargará en los camiones para su posterior expedición.

Nave Molienda

La nave molienda, adosada a uno de los lados de la nave de atomizado, tendrá un ancho de 20 metros y una longitud de 90 metros a centros de pilares. La anchura de esta nave es menor que la dedicada a la nave de atomizado, ya que en ella se instalarán las principales balsas que intervienen en el proceso y las cuales se caracterizan por ser de gran longitud, siendo la anchura dada suficiente para su ocupación.

Por otro lado, existirá un cambio de altura entre la nave de atomizado y la nave molienda, ya que esta última posee una altura de 8 metros libres hasta la cabeza del pilar a diferencia de los 10 metros que posee la nave de atomizado. Además, la nave estará formada por 19 pórticos a dos aguas con una separación uniforme de 5 metros al igual que la nave anexa. Tanto el pórtico hastial como los interiores, estarán formados por dinteles metálicos en celosía. Con la inclusión de las celosías se puede salvar la luz existente de un modo seguro y viable y, además, mejorar el aspecto económico. Además, el hecho de poner cerchas metálicas incluso en el pórtico hastial, facilitará los procesos en caso de ser necesaria una nueva ampliación de dicha nave en un futuro. Esto ocurre de igual forma para la nave de atomizado anteriormente descrita. Además, también se dispondrá de una viga durmiente para atenuar los esfuerzos y mejorar el arriostramiento lateral de la nave obteniendo así unos mejores resultados.

Se han diseñado pilares laterales y de esquina formados por perfiles tipo HEA, mientras que los pilares hastiales están dimensionados mediante perfiles tipo IPE. Los cordones inferiores y superiores de las cerchas estarán formados por perfiles IPE mientras que las diagonales se ejecutarán mediante perfiles huecos cuadrados. Las cruces de San Andrés también serán necesarias en este caso para restringir traslacionalidad y obtener más estabilidad y rigidez.

Evidentemente, la nave está estratégicamente situada antes que la nave de atomizado siguiendo con la

línea de producción que se va a llevar a cabo, de tal forma que se consiga una cadena de producción continua. Durante los procesos llevados a cabo en la maquinaria instalada a lo largo de la nave en cuestión, se obtendrá la barbotina, la cual será seguidamente bombeada a los atomizadores contenidos en la nave de atomizado.

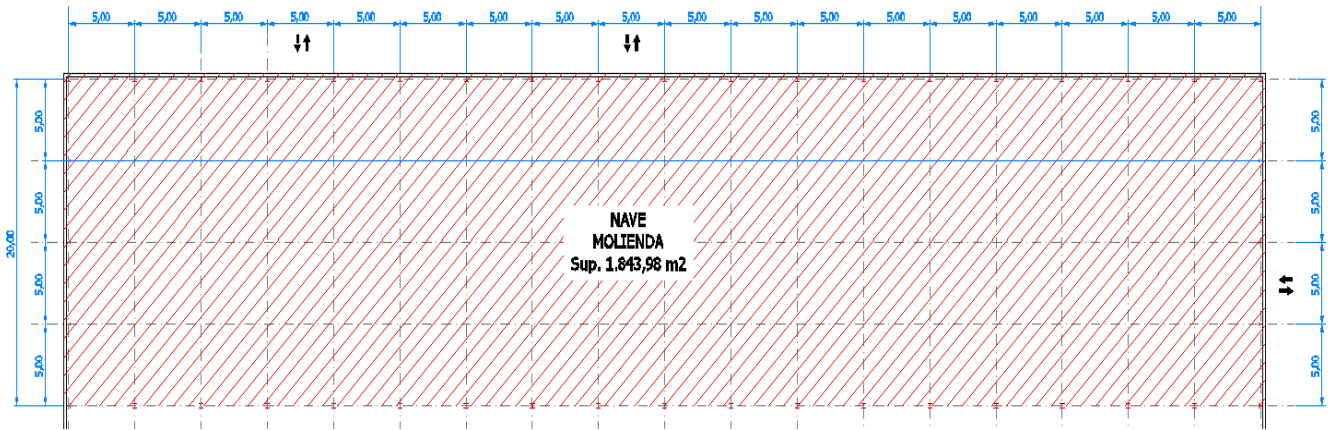


Figura 9. Distribución general de la Nave molienda

Nave carga camiones

En este caso, la nave destinada a la carga de camiones es prácticamente abierta en su totalidad y a un agua. Está formado por 2 pórticos hastiales y 5 pórticos metálicos interiores, todos con perfiles tipo IPE. Los extremos longitudinales han sido reforzados con cruces de San Andrés formadas por tirantes de tipo R y el cerramiento consiste en chapa galvanizada que se dispondrá tanto en la parte de la cubierta como en el lateral de la nave, dejando una altura libre de 5 metros para la entrada y salida de los camiones tipo tráiler por la parte frontal y trasera de la nave en cuestión. Por otro lado, la cubierta estará formada por dinteles metálicos simples de perfiles tipo IPE y para los pórticos hastiales, al estar al descubierto se han dispuesto unos atados con perfiles de tipo IPE para rigidizar la estructura correctamente.

El transporte se realizará por medios mecánicos en camiones que serán los encargados de transportar el material al destino final. Dicha nave estará preparada para albergar un total de 2 tráileres a la misma vez. En el interior de las instalaciones se acopiará y almacenará el material descargado y desde estas mismas instalaciones se cargará para su envío al cliente final.

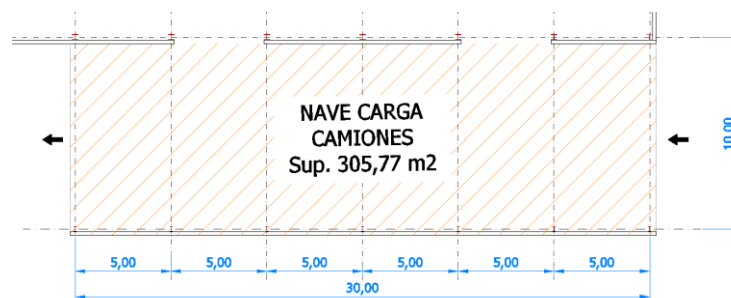


Figura 10. Distribución general de la Nave carga camiones

1.8. DIMENSIONADO Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES

El presente proyecto se somete a lo dispuesto en la Legislación Básica vigente y expresamente a:

- Código Técnico de la Edificación.
- Normas y Decretos de la presidencia del Gobierno.
- Normas sobre la redacción de Proyectos y la dirección de obra de la edificación.
- Normas y Decretos del M.O.P.U. y C.O.P.U.T.
- Normas y Decretos del Ministerio del Interior.
- Normas P.G.O.U. del Ayuntamiento de Onda.

Como ya se ha comentado con anterioridad, una de las partes que intervienen en el presente proyecto es el diseño y dimensionado y cálculo de la estructura propuesta para la ampliación en cuestión.

En este apartado, se explicará el proceso llevado a cabo para realizar las tareas descritas que afectan a las tres naves expuestas. Evidentemente, debido a que sus características estructurales son dispares, el análisis se ha realizado de forma personalizada, otorgando a cada nave un dimensionado propio y confeccionando un estudio personalizado pese a seguir los mismos pasos para obtener los resultados finales perseguidos.

Así pues, se expone este apartado, con el objetivo de plasmar los pasos dados para el desarrollo estructural del proyecto e indicar los parámetros y elementos introducidos para describir las características, tipología y dimensionado de cada una de las edificaciones descritas.

1.8.1. Acciones consideradas según en CTE

Consideramos acciones cualquier perturbación sobre un sistema que tienda a modificar su estado actual y se traduce siempre en una variación de las variables de estado del sistema. En este caso, consideraremos tanto las acciones permanentes (G) como las acciones variables (Q) que puedan afectar de alguna manera a las estructuras estudiadas.

De esta manera, el primer paso a seguir a la hora de calcular la estructura de la edificación diseñada será la determinación de las diferentes cargas aplicadas. Para ello, será fundamental seguir la normativa expuesta en el CTE, concretamente aquella descrita en el DB-SE-AE dentro del Documento Básico de Seguridad Estructural.

El objetivo prioritario será pues, el de diseñar los diferentes elementos que conforman las distintas naves, de forma independiente y óptima, evitando en todo momento que se superen los límites máximos admisibles.

Acciones permanentes

Se designan al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales de la edificación. Además, dichas cargas actuarán en todo momento, con posición constante.

En este caso, los pesos para tener en cuenta serían los de la cubierta, las correas y los dinteles, excluyendo el peso propio de la carpintería, revestimientos, rellenos y equipo fijo.

Por otro lado, en el apartado del CTE señalado anteriormente, se podrán encontrar los pesos de todos los elementos involucrados en el sistema estructural.

Acciones variables

Se consideran como cargas variables a aquellas que tienen la particularidad de no actuar constantemente, en el tiempo y en el lugar. Incluyendo, todos aquellos elementos que no presentan una posición fija y definitiva. Dentro de las mismas, se tendrán en cuenta las siguientes cargas:

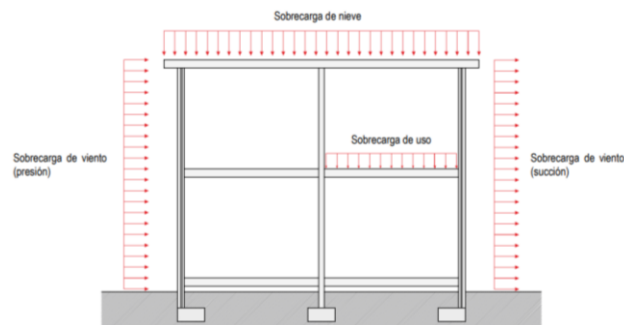


Figura 11. Diagrama de los tipos de Acciones Variables

A. Sobrecarga de uso

Es el peso de todos los elementos que puedan gravitar sobre la edificación debido al uso. Es por eso, que generalmente, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse aplicando una carga distribuida de manera uniforme sobre la sección afectada.

A continuación, y atendiendo al CTE, se muestra la siguiente tabla donde se especifican los valores de carga a aplicar dependiendo del uso que tenga el edificio estudiado.

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

Tabla 3. Valores característicos de las sobrecargas de uso (Tabla 3.1 DB-SE-AE)

Para el caso que nos atañe, se contemplará la categoría de uso G de “Cubiertas accesibles únicamente para conservación”, con subcategoría G1 de “Cubiertas ligeras sobre cubiertas (sin forjados)”. Así pues, el valor de la carga a aplicar sería de 0.4 kN/m² que equivale a 40 Kg/m².

B. Sobrecarga de nieve

Son las cargas que pueden producirse debido a la acumulación de nieve en la cubierta del edificio. Su distribución e intensidad sobre la edificación, dependerá de factores como el clima del lugar donde está situada, los efectos del viento, el relieve del entorno, la geometría del edificio o de la cubierta entre otros.

Se utilizará la siguiente expresión, con el fin de determinar dicho valor para una superficie en proyección horizontal:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Donde μ es el coeficiente de forma de la cubierta y S_k el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

Por un lado, en nuestro caso, el coeficiente de forma de la cubierta tendrá un valor unitario ya que las cubiertas dispuestas tienen una inclinación menor de 30º y no existe ningún impedimento para que la nieve se deslice.

Por otro lado, observando la siguiente tabla podremos deducir el valor S_k .

| Capital | Altitud m | S_k kN/m ² | Capital | Altitud m | S_k kN/m ² | Capital | Altitud m | S_k kN/m ² |
|--------------------|--------------|----------------------------|-------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|
| Albacete | 690 | 0,6 | Guadalajara | 680 | 0,6 | Pontevedra | 0 | 0,3 |
| Alicante / Alacant | 0 | 0,2 | Huelva | 0 | 0,2 | Salamanca | 780 | 0,5 |
| Almería | 1.130 | 0,2 | Huesca | 470 | 0,7 | SanSebas- tián/Donostia | 0 | 0,3 |
| Ávila | 180 | 1,0 | Jaén | 820 | 0,4 | Santander | 1.000 | 0,3 |
| Badajoz | 0 | 0,2 | León | 150 | 1,2 | Segovia | 10 | 0,7 |
| Barcelona | 0 | 0,4 | Lérida / Lleida | 380 | 0,5 | Sevilla | 1.090 | 0,2 |
| Bilbao / Bilbo | 860 | 0,3 | Logroño | 470 | 0,6 | Soria | 0 | 0,9 |
| Burgos | 440 | 0,6 | Lugo | 660 | 0,7 | Tarragona | 0 | 0,4 |
| Cáceres | 0 | 0,4 | Madrid | 0 | 0,6 | Tenerife | 950 | 0,2 |
| Cádiz | 0 | 0,2 | Málaga | 0 | 0,2 | Teruel | 550 | 0,9 |
| Castellón | 640 | 0,2 | Murcia | 40 | 0,2 | Toledo | 0 | 0,5 |
| Ciudad Real | 100 | 0,6 | Orense / Ourense | 130 | 0,4 | Valencia/València | 690 | 0,2 |
| Córdoba | 0 | 0,2 | Oviedo | 230 | 0,5 | Valladolid | 520 | 0,4 |
| Coruña / A Coruña | 0 | 0,3 | Palencia | 740 | 0,4 | Vitoria / Gasteiz | 650 | 0,7 |
| Cuenca | 1.010 | 1,0 | Palma de Mallorca | 0 | 0,2 | Zamora | 210 | 0,4 |
| Gerona / Girona | 70 | 0,4 | Palmas, Las | 0 | 0,2 | Zaragoza | 0 | 0,5 |
| Granada | 690 | 0,5 | Pamplona/Iruña | 450 | 0,7 | Ceuta y Melilla | | 0,2 |

Tabla 4. Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas (Tabla 3.8 DB-SE-AE)

La provincia donde están situadas nuestras naves es en Castellón, por lo que:

$$S_k = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

Así pues, con los valores obtenidos deducimos que para el caso que sirve de estudio la sobrecarga de nieve será la siguiente:

$$q_n = 0,2 \text{ kN/m}^2$$

C. Sobrecarga de viento

Las acciones de viento se simulan como una fuerza perpendicular a la superficie expuesta, repartida de forma uniforme sobre esta. Se producen dos tipos de fuerzas dependiendo de su forma de actuación. De esta forma, en la cara del edificio donde incide el viento se producen fuerzas de presión mientras que en la cara opuesta se originan fuerzas de succión.

Tanto el valor como la distribución de este tipo de acción dependerán en gran medida de la geometría que presenta el edificio, así como de la dirección que lleva el viento.

La acción del viento se considera en general, como una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Dónde:

- q_b es la presión dinámica del viento
- c_e es el coeficiente de exposición
- c_p es el coeficiente eólico o de presión

Factores como la zona eólica, la altura sobre el terreno, la exposición del edificio, los huecos en el edificio y la orientación de este describirán este tipo de acciones.

A partir de los coeficientes explicados en el apartado superior y de sus tablas correspondientes reflejadas en el CTE-DB-AE, se obtendrá el pertinente valor de la acción del viento.

Mediante, el Generador de Pórticos se definirán de forma automática todas las acciones explicadas siguiendo las normas estipuladas en el DB-SE-AE y una vez exportado el archivo a Cype 3D, se podrán observar las diferentes hipótesis de viento que actúan sobre el edificio.

A continuación, se procede a mostrar un ejemplo de las acciones de viento generadas por el programa Cype Ingenieros para la hipótesis de viento V (270º) H1 en concreto.

Pórtico hastial

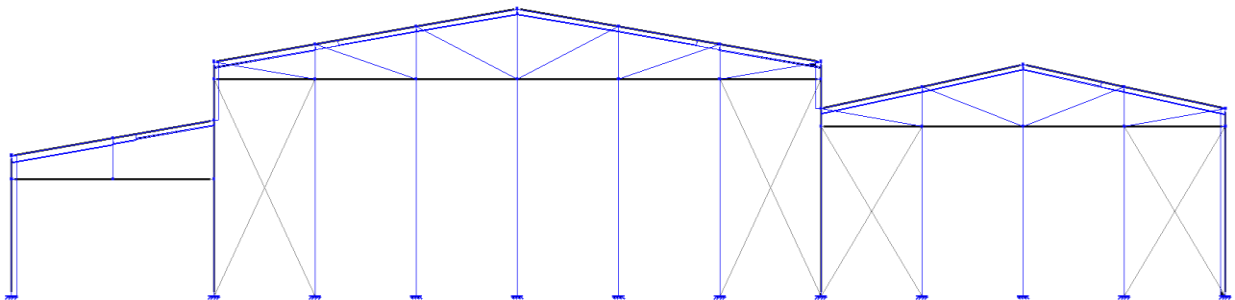


Figura 12. Acción del viento V (270º) H1 sobre el pórtico hastial del conjunto.

Pórtico intermedio

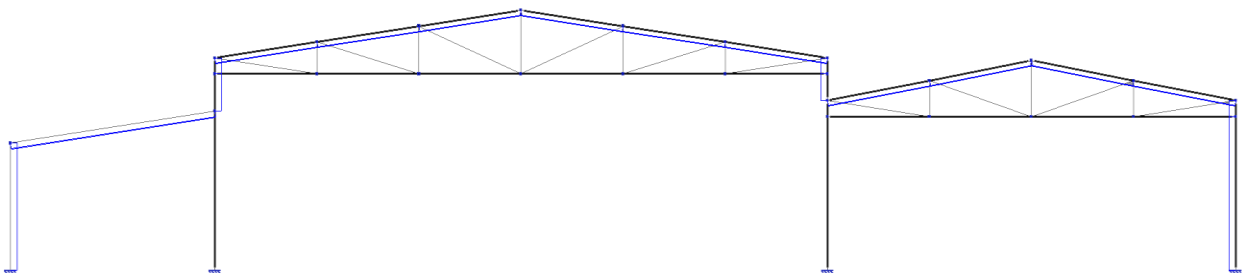


Figura 13. Acción del viento V (270º) H1 sobre un pórtico tipo del conjunto.

3D conjunto

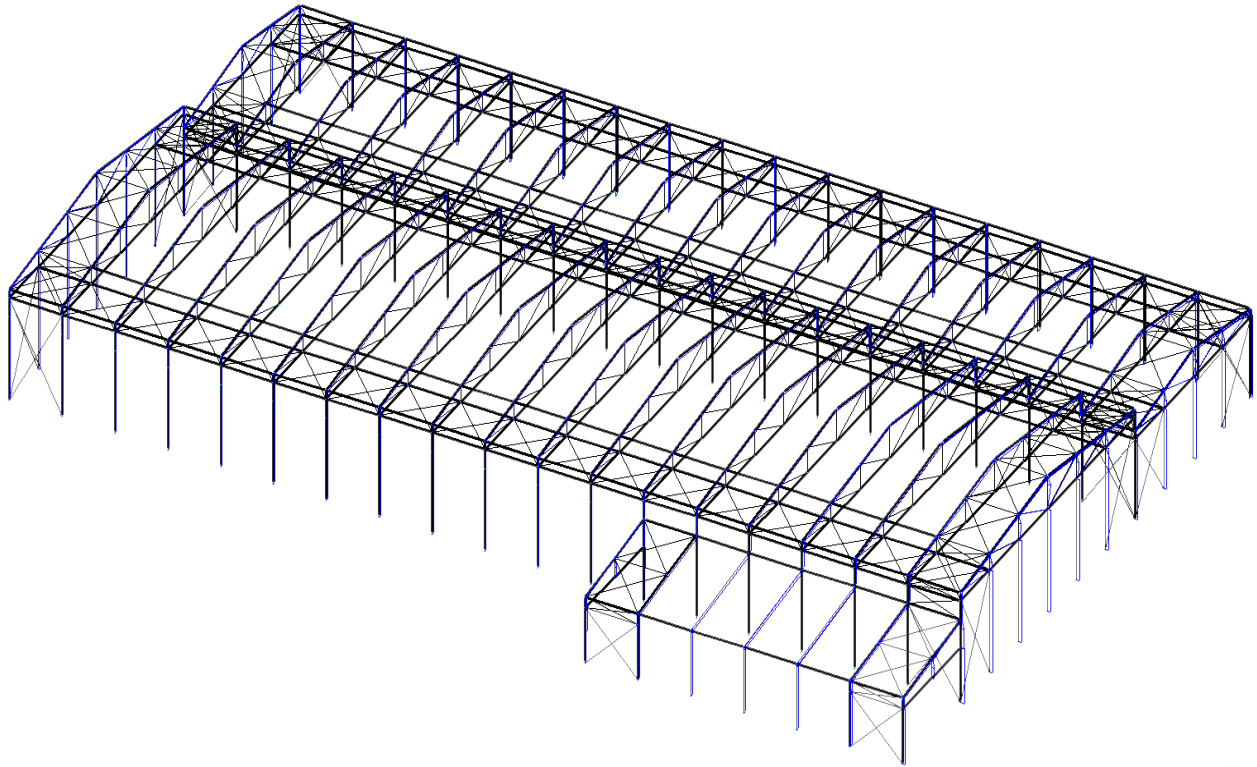


Figura 14. Acción del viento $V (270^\circ) H1$ sobre la ampliación.

En resumen y para el caso expuesto, $V (270^\circ) H1$, los esfuerzos de viento que afectan a las distintas partes de la estructura son los siguientes:

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | ESFUERZOS DE VIENTO (kN/m ²) |
|---|--|
| Nave Molienda | |
| Plano frontal pilares hastiales | - 0.569 |
| Plano trasero pilares hastiales | - 0.244 |
| Plano pilares laterales | +0.975 |
| Plano jácenas | +1.163 |
| Nave Atomizado | |
| Plano frontal pilares hastiales | - 0.569 |
| Plano trasero pilares hastiales | - 0.244 |
| Plano pilares laterales (anexo nave carga camiones) | -0.975 |
| Plano pilares laterales (anexo nave molienda) | +0.975 |
| Plano jácenas | +1.056 |

| Nave Carga Camiones | |
|---------------------------------|---------|
| Plano frontal pilares hastiales | - 0.569 |
| Plano trasero pilares hastiales | - 0.406 |
| Plano pilares laterales | -0.975 |
| Plano jácenas | +1.491 |

En algunos tramos, las cargas superficiales dentro de un mismo paño varían. Por esta razón, se han descrito aquellas cargas que presentaban mayor valor por considerarse más desfavorables y así reflejar las cargas de viento máximas que pueden afectar al conjunto.

1.8.2. Dimensionado

En esta sección se explicará el procedimiento llevado a cabo para realizar el dimensionado y consiguiente cálculo de las tres naves industriales diseñadas previamente y que servirán para realizar la propuesta de ampliación.

A. Datos generales de la obra

Para dar inicio al proceso reseñado, se deberán definir las dimensiones y el tipo de pórtico propuesto. En este caso, se han diseñado pórticos a dos aguas para los casos de la Nave Atomizado y de la Nave Molienda y de un agua para la Nave Carga Camiones. En todos los casos se ha considerado una pendiente del 15%.

Se establecen, además, los datos técnicos independientes de cada nave y necesarios para especificar las características de cada una de las naves que sirven como estudio.

A continuación, se exponen tanto el esquema del pórtico tipo de la edificación diseñada, como los datos más significativos de cada nave en particular.

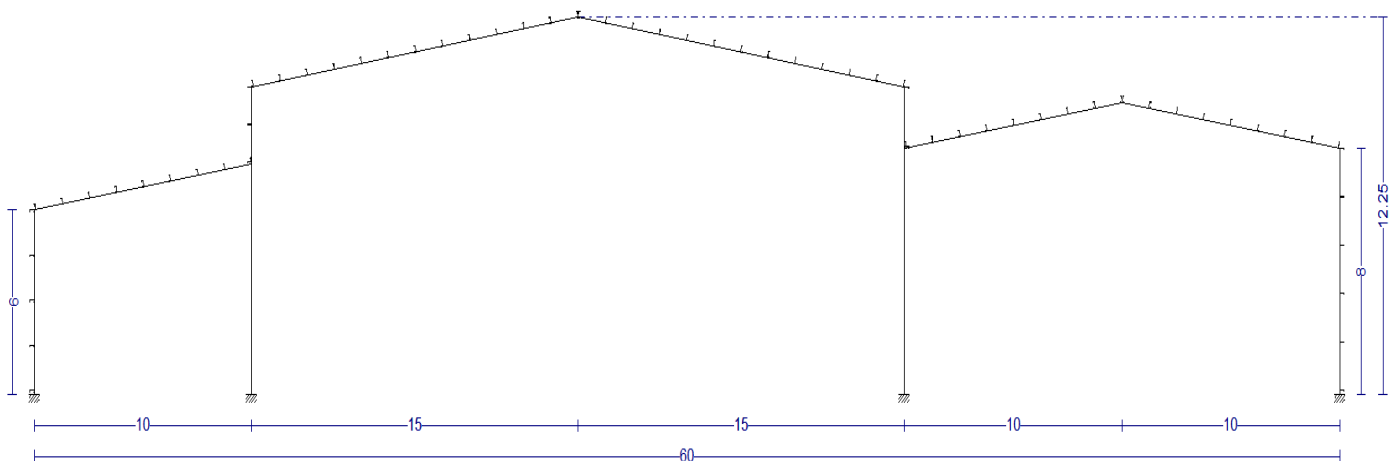


Figura 15. Esquema obtenido con el Generador de Pórticos

Nave atomizado

| DATOS GEOMÉTRICOS | VALOR |
|-------------------------------|-------|
| Luz del pórtico (m) | 30 |
| Profundidad de la nave (m) | 90 |
| Separación entre pórticos (m) | 5 |
| Pendiente de cubierta (%) | 15 |
| Altura de cabeza de pilar (m) | 10 |

Tabla 5. Datos generales de la Nave atomizado

Nave molienda

| DATOS GEOMÉTRICOS | VALOR |
|-------------------------------|-------|
| Luz del pórtico (m) | 20 |
| Profundidad de la nave (m) | 90 |
| Separación entre pórticos (m) | 5 |
| Pendiente de cubierta (%) | 15 |
| Altura de cabeza de pilar (m) | 8 |

Tabla 6. Datos generales de la Nave molienda

Nave carga camiones

| DATOS GEOMÉTRICOS | VALOR |
|-------------------------------|-------|
| Luz del pórtico (m) | 10 |
| Profundidad de la nave (m) | 30 |
| Separación entre pórticos (m) | 5 |
| Pendiente de cubierta (%) | 15 |
| Altura de cabeza de pilar (m) | 6 |

Tabla 7. Datos generales de la Nave carga camiones

Por otro lado, se establecen los datos comunes a considerar, del conjunto industrial:

| DATOS SOBRE LAS ACCIONES | VALOR |
|-------------------------------|------------------------|
| Altitud (m) | 60 |
| Zona eólica | A |
| Grado de aspereza del entorno | IV |
| Clase de exposición | Ila |
| Sobrecarga del cerramiento | 0,40 kN/m ² |
| Peso del cerramiento lateral | 0,10 kN/m ² |

Tabla 8. Datos sobre las acciones de la ampliación

| DATOS SOBRE LOS MATERIALES | VALOR |
|---------------------------------|--------------|
| Hormigón | HA-25 |
| Acero para las armaduras | B500S |
| Acero estructural | S275JR |
| Acero para las correas | S235JR |
| Acero para los pernos | B500S |
| Tipo de unión perno-placa | Atornillados |
| Series de tornillos | ISO 4014 |
| | ISO 4017 |
| Clase de acero de los tornillos | 8.8 |

Tabla 9. Datos sobre los materiales de la ampliación

| DATOS SOBRE LA CIMENTACIÓN | VALOR |
|----------------------------------|-------|
| Tensión del terreno (Mpa) | 0,2 |
| Canto mínimo de las zapatas (cm) | 70 |
| Canto máximo de las zapatas (cm) | 80 |
| Mínima longitud de los pernos | 40 |
| Máxima longitud de los pernos | 55 |

Tabla 10. Datos sobre la cimentación de la ampliación

B. Cálculo de correas de cubierta y laterales

Una vez obtenidos los datos generales de la obra, se procede al cálculo de las correas de cubierta y laterales, fundamentales a la hora de transferir a la estructura portante las fuerzas experimentadas en cubierta y fachada respectivamente.

El límite de flecha se considera como el descenso máximo de vano respecto al extremo de la pieza que lo tenga menor, dividida por la luz de tramo. Se estudia la integridad, el confort y la apariencia, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento. Se considerará en nuestro caso una flecha relativa de $L/300$, siendo L la longitud de la correa y la existencia de fijación rígida entre las correas y los correspondientes cerramientos.

En el caso estudiado, se han elegido correas de cubierta y correas de laterales tipo CF por motivos meramente económicos y prácticos. Para su correcto dimensionado también se han tenido en cuenta la separación máxima entre correas y el tipo de acero empleado. Cabe destacar que, para las correas de cubierta, se ha fijado una separación menor que para las de fachada por ser las primeras más restrictivas.

| ZONA | TIPO | DISTANCIA (m) |
|---------------------|----------------|---------------|
| Correas de cubierta | CF - 200 x 2,5 | Cada 1,30 |
| Correas laterales | CF - 200 x 2,5 | Cada 1,50 |

Tabla 11. Datos sobre las correas de la ampliación

C. Descripción del perfil de los elementos

En el presente apartado se describen los distintos perfiles obtenidos a partir de los cálculos realizados para las tres naves proyectadas. Dichos perfiles se consideran aptos tras haber verificado que cumplen con todas las exigencias establecidas por el Documento Básico de Seguridad Estructural incluido en el Código Técnico.

Nave Atomizado

La nave estará formada por un total de diecinueve pórticos, de los cuales, dos serán hastiales y diecisiete interiores, unidos entre sí mediante vigas de atado tubulares. Todos los pilares laterales de dichas naves estarán formados por perfiles HEA-300 a excepción de los pilares de esquina colindantes a la Nave carga de camiones, los cuales estarán conformados por perfiles tipo HEA-320.

Como se puede apreciar en los planos, los pilares hastiales de la nave en cuestión estarán formados por pilares de tipo IPE-360 y estarán separados entre sí 5 metros. Los dinteles presentes en los pórticos piñón, estarán formados por cerchas metálicas realizadas mediante cordones superiores de tipo IPE-200, cordones inferiores de tipo IPE-300 y diagonales de tubo estructural 120x4.

Para pórticos interiores, éstos están realizados también empleando cerchas metálicas para así dimensionar correctamente y de la forma más segura posible dicha edificación. Se ha procurado que las jácenas interiores mantengan la misma composición que las colocadas en los pórticos hastiales con el fin de simplificar la estructura y facilitar el proceso de fabricación y construcción.

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | TIPO DE PERFIL |
|---------------------------|----------------|
| PÓRTICO INTERMEDIO | |
| Pilares laterales | HEA 300 |
| Pilares intermedios | HEA 300 |
| Cordón superior cercha | IPE 200 |
| Cordón inferior cercha | IPE 300 |
| Diagonales | #120x4 |
| Montantes | #100x4 |
| PÓRTICO HASTIAL | |
| Pilares hastiales | IPE 360 |
| Pilares de esquina | HEA 320 |
| Pilares intermedios | HEA 300 |
| Cordón superior cercha | IPE 120 |
| Cordón inferior cercha | IPE 300 |
| Diagonales | #120X4 |
| Montantes | #100X4 |

Tabla 12. Resultados finales de la Nave atomizado

En el interior de la Nave Atomizado, se instalarán los silos y las balsas necesarias para poder desempeñar la actividad de forma correcta. Las dimensiones de dicha maquinaria han condicionado en gran medida las dimensiones de la nave y, por tanto, afectará considerablemente el presupuesto final de la nave en particular y de la obra en general. Pese a ello, las dimensiones obtenidas se pueden considerar normalizadas y nada exageradas con lo que respecta al tipo de actividad llevada a cabo en la edificación diseñada y la envergadura de la edificación.

Nave Molienda

Por lo que respecta a esta nave, al tener unas dimensiones menores que la Nave Atomizado, ha habido una reducción en los tipos de perfiles empleados para algunos de los elementos implicados en la estructura. Sin embargo, el hecho de que se necesite un espacio diáfano para favorecer el proceso productivo, ha provocado que los perfiles obtenidos sean, aun así, más elevados de lo que cabe esperar. Como consecuencia a la inexistencia de pilares intermedios, los pilares laterales y de fachadas deben realizar un mayor esfuerzo para poder soportar el total de las cargas que afectan a la edificación con el fin de evitar el desplome, implicando la introducción de perfiles superiores.

La cuantía de pórticos es la misma que para la Nave Atomizado ya que ambas naves poseen la misma longitud, no obstante, la anchura es de 20 metros en lugar de 30 metros. Dicha variación en anchura favorece a la reducción de las dimensiones del perfil del cordón inferior de la cercha, debido a que la distancia de pandeo mengua, sometiendo a la barra a una flexión lateral menor.

Al igual que ocurría con la nave anteriormente descrita, tanto los pórticos hastiales como los interiores, se encuentran rematados con cerchas metálicas salvando así la gran luz existente del modo más viable. Se emplearán perfiles IPE-120 y perfiles IPE-270 para los cordones superiores e inferiores respectivamente, mientras que para las diagonales y los montantes se seleccionarán perfiles tubulares de sección cuadrada tipo 120x4.

Por otro lado, las vigas de atado estarán formadas también por perfiles tubulares cuadrados debido a que son más económicos que otros perfiles y en este caso, resisten perfectamente cumpliendo con su función de forma más que fiable. Los pilares laterales estarán formados por HEA-280, incluidos los situados en las esquinas de la nave.

Como en el resto de las naves, uno de los objetivos principales ha sido el de dimensionar de la forma más segura y a su vez, reducir los costes lo máximo posible.

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | TIPO DE PERFIL |
|---------------------------|----------------|
| PÓRTICO INTERMEDIO | |
| Pilares laterales | HEA 280 |
| Pilares intermedios | HEA 300 |
| Cordón superior cercha | IPE 160 |
| Cordón inferior cercha | IPE 270 |
| Diagonales | #120x4 |
| Montantes | #100x4 |

| PÓRTICO HASTIAL | |
|------------------------|---------|
| Pilares hastiales | IPE 270 |
| Pilares de esquina | HEA 280 |
| Pilares intermedios | HEA 300 |
| Cordón superior cercha | IPE 120 |
| Cordón inferior cercha | IPE 270 |
| Diagonales | #120X4 |
| Montantes | #100X4 |

Tabla 13. Resultados finales de la Nave molienda

Nave Carga Camiones

Esta nave tendrá una longitud inferior que las demás y estará formada por 7 pórticos de tipo IPE-270. Por otra parte, la nave en cuestión está diseñada para albergar 2 camiones tipo tráiler al mismo tiempo para poder realizar cargas más rápidas y mejorar los tiempos de distribución. Debido a que la edificación tendrá una actividad de carga del producto final, sólo dispondrá de cerramiento en su lateral longitudinal, dejando una altura libre de 5 metros en su parte frontal y trasera, por donde circularán los camiones. En los pórticos interiores habrá una altura libre hasta cabeza de pilar de 6 metros ya que se dispone de dinteles limpios.

Para reforzar dicha nave se han incluido cruces de San Andrés en cubierta y en los pórticos de los extremos, además de unas vigas metálicas de tipo IPE en horizontal y vertical en los laterales del edificio. El dimensionado se ha diseñado de igual manera para todos los pórticos, incluyendo jácenas de tipo IPE-270 para todos los casos.

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | TIPO DE PERFIL |
|-----------------------------|-----------------------|
| PÓRTICO INTERMEDIO | |
| Pilares laterales | IPE 270 |
| Cordón superior cercha | IPE 270 |
| PÓRTICO HASTIAL | |
| Pilares de esquina | IPE 270 |
| Cordón superior cercha | IPE 270 |
| Cordón inferior cercha | IPE 270 |
| Montantes | IPE 220 |

Tabla 14. Resultados finales de la Nave carga camiones

D. Coeficientes de pandeo y flecha límite

Pandeo

Establecer los coeficientes de pandeo es una de las partes más críticas dentro del cálculo estructural. Esto se debe a que la esbeltez mínima exigida restringe en parte, tanto el tamaño como el tipo de perfil a emplear.

Por otra parte, se considerará la estructura como traslacional en los planos del pórtico e intraslacional en los planos perpendiculares al mismo. El programa empleado para el dimensionado considera para los perfiles de tipo IPE y HEA, el eje débil al eje normal al plano "xy" que es el paralelo a las alas del perfil y el eje fuerte al normal al plano "xz", que es el paralelo al alma del perfil.

Tras analizar las condiciones de contorno para cada elemento, se han asignados los siguientes pandeos:

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | NAVE | TIPO DE PERFIL | EJE DÉBIL | EJE FUERTE | |
|---------------------------|---------------------|----------------|------------|------------|------------|
| Pórtico intermedio | | | | | |
| Pilares laterales | Nave Atomizado | HEA 300 | 0.7 | 0.7 | |
| | Nave Molienda | HEA 280 | | | |
| | Nave Carga Camiones | IPE 270 | | | |
| Cordón superior cercha | Nave Atomizado | IPE 200 | 0 | 1 | |
| | Nave Molienda | IPE 160 | | | |
| | Nave Carga Camiones | IPE 270 | | | |
| Cordón inferior cercha | Nave Atomizado | IPE 300 | Extremo | 1.0 | 1.0 |
| | | | Intermedio | 1.0 | $L_k=20$ m |
| | Nave Molienda | IPE 270 | Extremo | 1.0 | 1.0 |
| | | | Intermedio | 1.0 | $L_k=10$ m |
| Diagonales | Nave Atomizado | #120x4 | 1.0 | 1.0 | |
| | Nave Molienda | #120x4 | 1.0 | 1.0 | |
| Montantes | Nave Atomizado | #100x4 | 1.0 | 1.0 | |
| | Nave Molienda | #100x4 | 1.0 | 1.0 | |
| Vigas de atado | Todas | #100x3 | 1.0 | 1.0 | |

Tabla 15. Coeficientes de pandeo pórtico intermedio

| ELEMENTO ESTRUCTURAL | NAVE | TIPO DE PERFIL | EJE DÉBIL | EJE FUERTE |
|------------------------|---------------------|----------------|-----------|------------|
| Pórtico hastial | | | | |
| Pilares hastiales | Nave Atomizado | IPE 360 | 0.7 | 0.7 |
| | Nave Molienda | IPE 270 | | |
| Pilares de esquina | Nave Atomizado | HEA 320 | 0.7 | 0.7 |
| | Nave Molienda | HEA 280 | | |
| | Nave Carga Camiones | IPE 270 | | |

| | | | | | |
|------------------------|------------------------------|---------|------------|-----|------------------|
| Pilares intermedios | Nave Atomizado – Molienda | HEA 300 | 0.7 | 0.7 | |
| Cordón superior cercha | Nave Atomizado | IPE 120 | 0.0 | 1.0 | |
| | Nave Molienda | IPE 120 | | | |
| | Nave Carga Camiones | IPE 270 | | | |
| Cordón inferior cercha | Nave Atomizado | IPE 300 | Extremo | 1.0 | 1.0 |
| | | | Intermedio | 1.0 | $L_k=5\text{ m}$ |
| | Nave Molienda | IPE 270 | Extremo | 1.0 | 1.0 |
| | | | Intermedio | 1.0 | $L_k=5\text{ m}$ |
| | Nave Carga Camiones | IPE 270 | 1.0 | 1.0 | |
| Diagonales | Nave Atomizado | #120x4 | 1.0 | 1.0 | |
| | Nave Molienda | #120x4 | 1.0 | 1.0 | |
| Montantes | Nave Atomizado | #100x4 | 1.0 | 1.0 | |
| | Nave Molienda | #100x4 | 1.0 | 1.0 | |
| Vigas de atado | Todas | #100x3 | 1.0 | 1.0 | |

Tabla 16. Coeficientes de pandeo pórtico hastial

Debido al arriostramiento de las correas en cubierta, se considerará impedido el pandeo del cordón superior de la cercha en el plano de cubierta, por ese motivo se igualará el coeficiente de pandeo a cero.

Analizando todos los pilares de la estructura, se observa que los pilares laterales intermedios y los pilares hastiales sufren una variación en sus coeficientes de pandeo en los ejes de los mismos.

- Plano “xy”: Se ha seleccionado un coeficiente $\beta = 0.7$, ya que, pese a que el cerramiento lateral impide en gran medida el pandeo en dicho plano, también se debe considerar al pilar como una barra empotrada-articulada. Esto se debe a que, con un cerramiento realizado mediante chapa, no se puede asegurar en su totalidad, que no exista pandeo en el plano. En este caso, la estructura en el presente plano será intraslacional.
- Plano “xz”: Gracias a la colocación de la viga durmiente y al arriostramiento en fachada frontal y lateral, el coeficiente establecido ha sido $\beta = 0.7$. Asimismo, se ha considerado que dichos pilares están empotrados en su base pero que el nudo en la cabeza, pese a ser rígido, puede sufrir grandes desplazamientos y por tanto se podría considerar a dicho pilar empotrado-articulada.

Para los pilares de esquina se han considerado los arriostramientos existentes y, por tanto, debido a estos elementos los desplazamientos en la cabeza de los pilares serán menores que para el caso explicado anteriormente. Por dicha razón, se obtiene un coeficiente $\beta = 0.7$ en ambos planos, el paralelo y el perpendicular al plano.

Flecha

Teniendo en cuenta el apartado 4.3.3 del CTE-SE, y considerando la integridad de los elementos constructivos presentes, se determinará una flecha máxima de $L/250$ para todos los pilares y elementos verticales involucrados en la edificación. Para el resto de los elementos, se considerará una flecha máxima equivalente a $L/300$.

En el presente proyecto, para todas las jácenas, se ha establecido un límite de flecha relativa tanto en el plano "xy" como "xz" de $L/300$. Para los pilares que intervienen en la estructura portante de las naves diseñadas, se ha determinado un límite de flecha relativa también en ambos planos y de valor $L/250$.

E. Placas de anclaje

Una vez diseñada y dimensionada toda la estructura de la edificación industrial proyectada, se han generado y dimensionado el número y tipos de placas de anclaje necesarias para cada pilar. Igual que ocurre con los pilares, éstas se pueden agrupar entre ellas para así obtener la combinación más adecuada.

Todas las placas obtenidas están formadas por pernos dispuestos en patilla a 90° . De esta forma, se reduce al máximo posible el canto de la zapata, ahorrando así en costes. A continuación, se describen los diferentes tipos de uniones obtenidos, así como sus características principales.

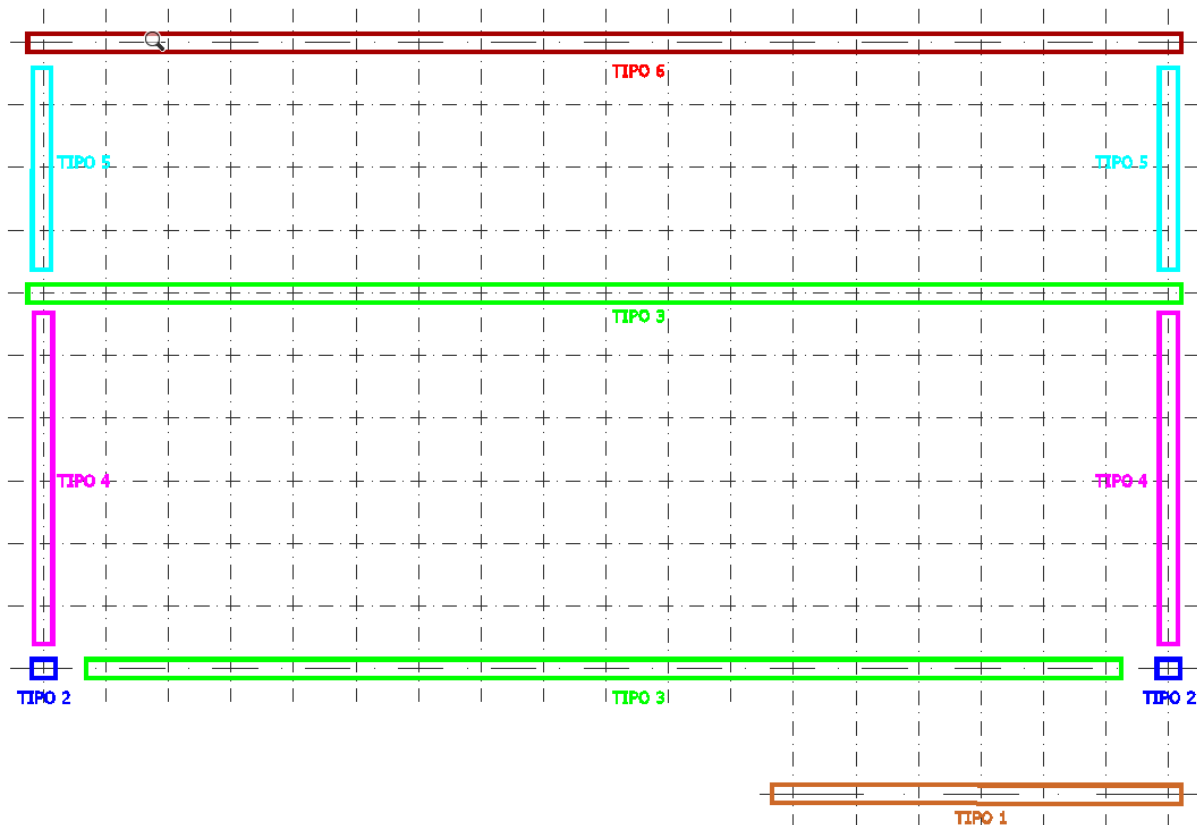


Figura 16. Tipos y distribución de las placas de anclaje

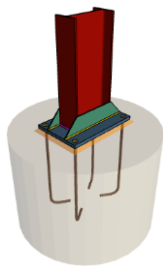


Figura 17. Placa de anclaje Tipo 1

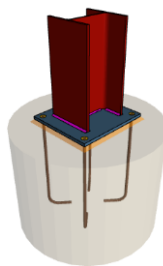


Figura 18. Placa de anclaje Tipo 2

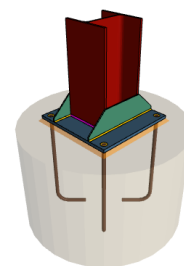


Figura 19. Placa de anclaje Tipo 3

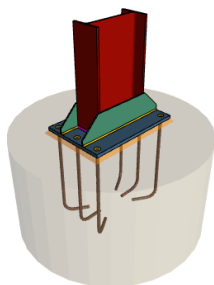


Figura 20. Placa de anclaje Tipo 4

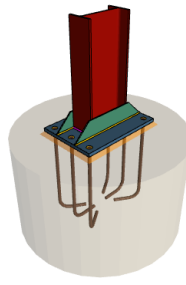


Figura 21. Placa de anclaje Tipo 5

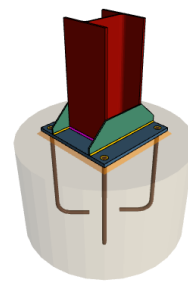


Figura 22. Placa de anclaje Tipo 6

| | | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 3 | TIPO 4 | TIPO 5 | TIPO 6 |
|---------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| PLACA BASE | Ancho X (mm) | 300 | 450 | 550 | 400 | 350 | 500 |
| | Ancho Y (mm) | 450 | 500 | 550 | 600 | 500 | 500 |
| | Espesor (mm) | 18 | 18 | 20 | 22 | 18 | 18 |
| DISPOSICIÓN | Posición X | Centrada | Centrada | Centrada | Centrada | Centrada | Centrada |
| | Posición Y | Centrada | Centrada | Centrada | Centrada | Centrada | Centrada |
| RIGIDIZADORES | Paralelos a X Nº/Espesor (mm) | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 | 0/0 |
| | Paralelos a Y Nº/Espesor (mm) | 2/5 | 0/0 | 2/7 | 2/7 | 2/6 | 2/7 |
| | Altura en perfil/ en borde (mm) | 100/0 | 0/0 | 150/25 | 150/35 | 100/0 | 150/40 |
| PERNOS | Anclaje hormigón | Patilla | Patilla | Patilla | Patilla | Patilla | Patilla |
| | Número de pernos en X | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | Número de pernos en Y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Diámetro (mm) | 16 | 20 | 25 | 20 | 20 | 25 |
| | Longitud (cm) | 45 | 55 | 50 | 45 | 30 | 40 |
| | Distancia al borde | 30 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | Profundidad preparación | 7 | 9 | 8 | 8 | 6 | 8 |

Tabla 17. Resultados finales de las placas de anclaje

F. Cimentación

En el presente proyecto se ha optado por reducir el número de zapatas al mínimo dando lugar a un total de cuatro tipos de zapatas para toda la planta ampliada.

Para una mayor claridad, se aporta un diagrama con la distribución en planta de las diferentes zapatas diseñadas.

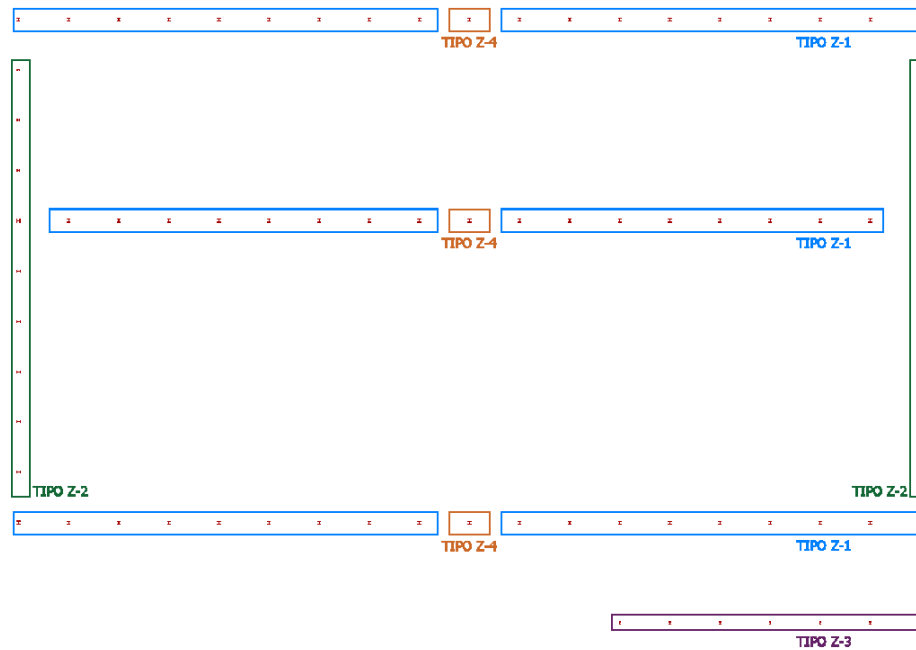


Figura 23. Tipos y distribución de las cimentaciones

Los pilares correspondientes a cada tipo de zapata se resumen en la tabla dispuesta a continuación:

| | Z-1 | Z-2 | Z-3 | Z-4 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| Ancho X (cm) | 260.0 | 285.0 | 200.0 | 310.0 |
| Ancho Y (cm) | 285.0 | 250.0 | 210.0 | 285.0 |
| Canto (cm) | 80.0 | 80.0 | 70.0 | 80.0 |

Tabla 18. Resultados finales de las zapatas

Todas las zapatas, sin incluir las de la junta de dilatación, son rectangulares y disponen su lado de mayor dimensión en la dirección del eje fuerte del pilar debido a que a éste le afectan los mayores esfuerzos. De esta forma, se consigue optimizar el proceso, se aumenta la inercia y se obtiene un mejor equilibrio en la estructura. Otro factor para considerar es que todas las zapatas serán aisladas excepto tres combinadas, las cuales contienen los pilares distribuidos a consecuencia de haber duplicado los pórticos para la realización de una junta de dilatación.

Las juntas de dilatación permiten desplazamiento con el objetivo de limitar las fuerzas originadas por temperatura en edificios de gran longitud. Su función principal es la de absorber los efectos de la expansión térmica durante la vida útil del diseño.

En el caso que nos atañe, dicha junta dividirá la planta diseñada en dos bloques mediante un doble pórtico

en el emplazamiento de la junta. Se considerará adecuada una longitud de dilatación igual o menor a 50 para los climas continentales e incluso es posible alcanzar los 75 metros para climas más templados. En el presente proyecto se cumple con los requisitos ya que la longitud total será de 45 metros al estar la junta de dilatación dispuesta en la mitad longitudinal de la edificación.

Pese a que la aplicación de la junta de dilatación supone inconvenientes como el duplicado de los trabajos de cimentación o el aumento en los costes por el requerimiento de un pórtico adicional, se obtienen ventajas que benefician a la edificación en cuestión. Entre otras, las estructuras aporticadas dobles en la junta de dilatación, presentan una mayor capacidad de absorción de desplazamientos horizontales y verticales como ya se ha comentado anteriormente y por tanto, resuelve los posibles problemas que podían afectar a la edificación ampliada.

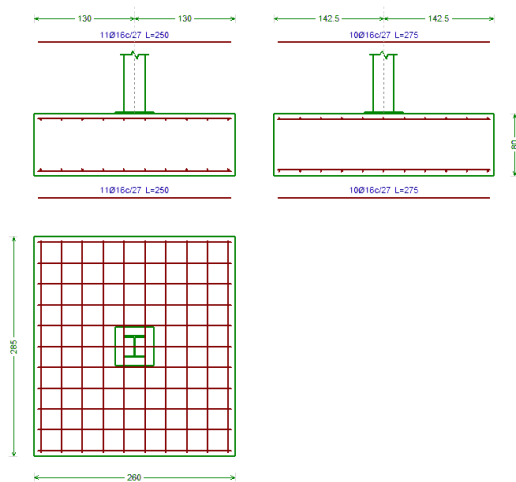


Figura 24. Zapata Z-1

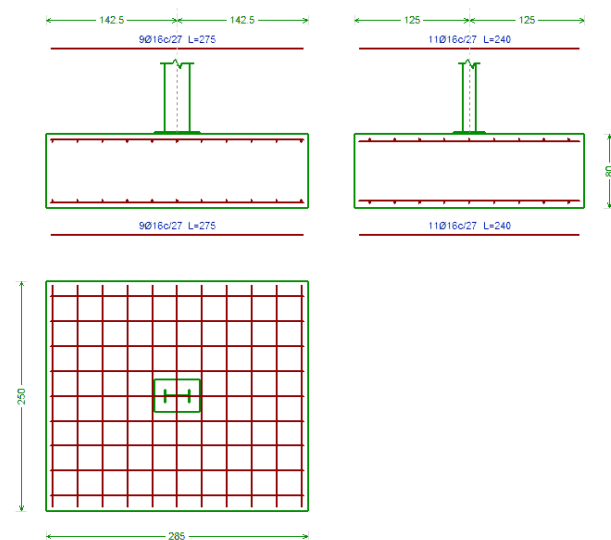


Figura 25. Zapata Z-2

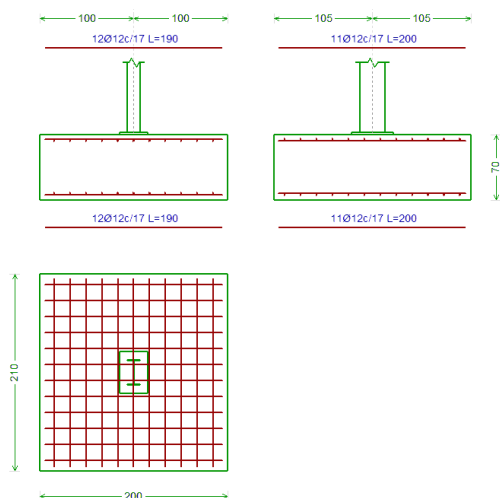


Figura 26. Zapata Z-3

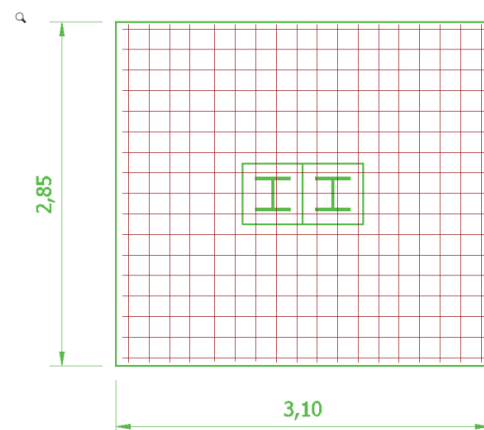


Figura 27. Zapata Z-4

Por otra parte, en cuanto a las vigas de atado, se han designado todas con el mismo tipo con el fin de simplificar el sistema y facilitar el proceso. Dichas vigas serán de tipo C1-40x40 cm y dispondrán de armado tanto inferior como superior.

En la siguiente imagen se muestran las secciones con dimensiones incluidas, de cada viga de atado con los diferentes tipos de zapatas diseñadas.

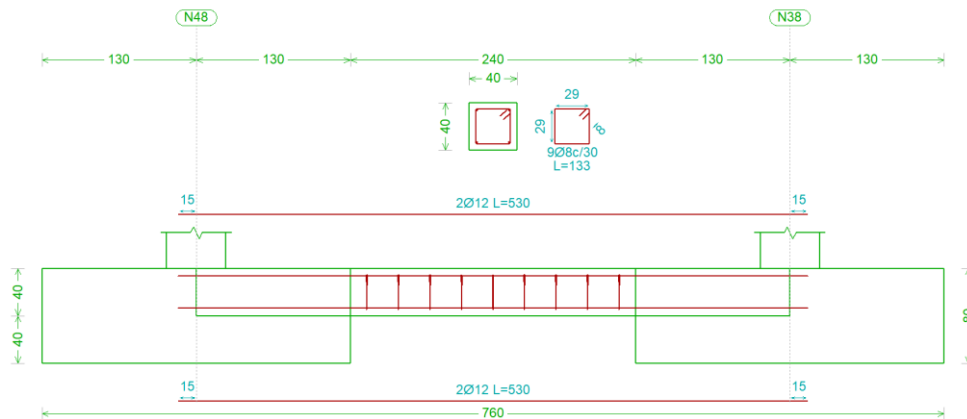


Figura 28. Viga de atado entre zapatas Z-1

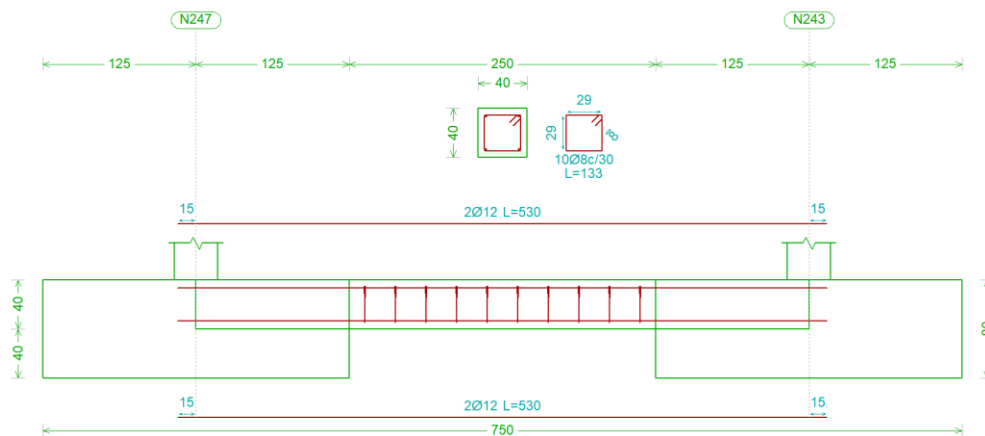


Figura 29. Viga de atado entre zapatas Z-2

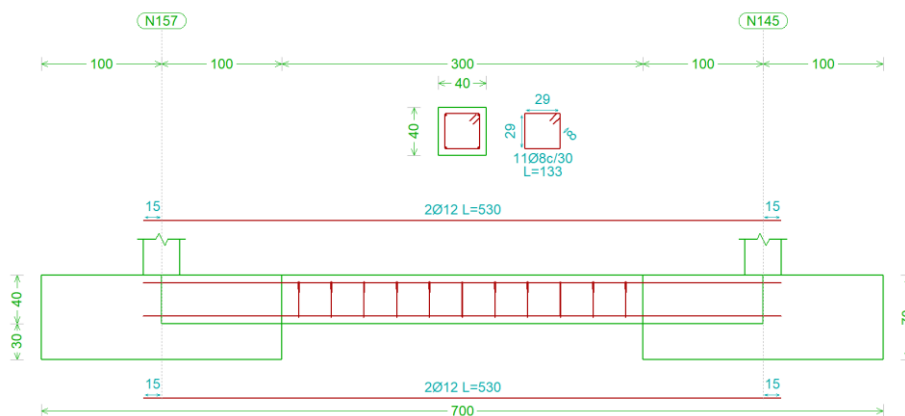


Figura 30. Vigas de atado entre zapatas Z-3

2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

2.1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se propone una ampliación del actual edificio industrial mediante la ejecución de tres naves industriales anexas entre sí y a su vez aisladas de la edificación ya existente. La superficie total construida tras la ampliación será de 5.678,65 m², siendo la superficie construida ampliada de 4.902,65 m².

En base a lo expuesto, en este caso se procederá a justificar únicamente las zonas afectadas por la ampliación y se considerará de aplicación el *Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*.

| SECTORES | | USOS | SUP.CONSTR. (m ²) |
|----------|--|------------|-------------------------------|
| 1 | Nave Atomizado Nave Molienda Nave Carga Camiones | Industrial | 4.902,65 |

A continuación, se redacta la presente memoria conforme al *Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales*.

2.2. OBJETO

En este apartado se describirán las instalaciones contra incendios necesarias para la edificación que nos ha servido de estudio a lo largo del presente proyecto. Es por eso por lo que se ha seguido la normativa vigente establecida en el *Real Decreto 2267/2004* con el objetivo de establecer y definir los requisitos y condiciones que las instalaciones diseñadas deben de cumplir para asegurar la seguridad contra incendios en dichos establecimientos industriales.

Mediante la aplicación de las medidas de prevención adecuadas, se pretende conseguir unas instalaciones con un grado suficiente de seguridad en caso de incendio. En caso de producirse un incendio, se tomarán las medidas correspondientes para limitar su propagación con el fin de reducir al máximo posible o de anular los posibles daños y pérdidas para las personas y los patrimonios que puedan verse afectados por el mismo.

2.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES EN RELACIÓN CON LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

2.3.1. Establecimiento

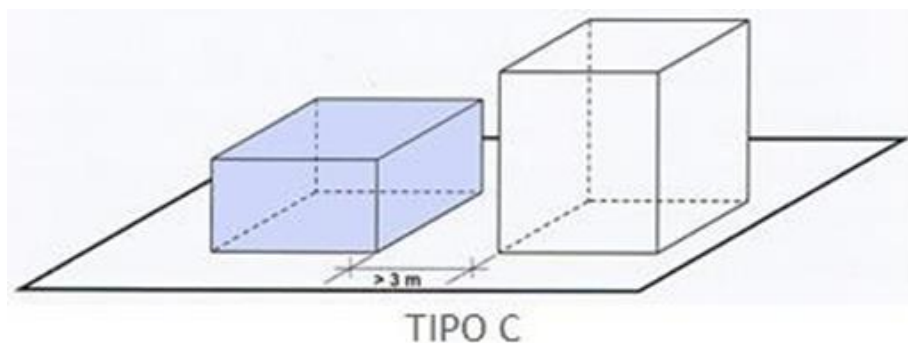
Se entiende por establecimiento al conjunto de edificios, edificio, zona de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, según lo establecido en el *artículo 2 del R.D. 2267/2004*, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo. Las naves propuestas en el presente proyecto cumplen con lo fundado.

Los establecimientos industriales se caracterizan por:

- a) Su configuración y ubicación con relación a su entorno
- b) Su nivel de riesgo intrínseco

2.3.2. Características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno

De acuerdo con el *punto 2 del Anexo I del R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre*, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales, este establecimiento, según se define en dicho decreto, al ocupar totalmente un edificio que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos y dicha distancia está libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio, se clasifica en cuanto a su configuración y ubicación con relación a su entorno como **TIPO C**.



2.3.3. Características de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco

El establecimiento industrial diseñado en el presente proyecto deberá satisfacer, en relación con su seguridad contra incendios, las condiciones y requisitos expuestos en el *capítulo V del R.D. 2267/2004*, los cuales estarán determinados por la configuración y ubicación de este.

A. Nivel de riesgo intrínseco de cada sector

El edificio industrial de este proyecto va a estar constituido por un único sector de incendios (sector 1) cuya superficie total construida durante la ampliación será de 4.902,65 m², los cuales estarán distribuidos en una única planta.

| SECTOR DE INCENDIO | ZONA DEL ESTABLECIMIENTO | ACTIVIDAD A DESARROLLAR |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1 | Ampliación | Fabricación de pastas atomizadas |

Para la obtención del nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial se ha tenido en cuenta que se trata de un establecimiento *TIPO C*, según el *Anexo I, apartado 3.1, del R.D. 2267/2004, 3 de diciembre, reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*. Los cálculos se detallan en los subapartados expuestos a continuación.

| Nivel de riesgo intrínseco | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | |
|----------------------------|--|-------------------------|
| | Mcal/m ² | MJ/m ² |
| BAJO | 1 $Q_s \leq 100$ | $Q_s \leq 425$ |
| | 2 $100 < Q_s \leq 200$ | $425 < Q_s \leq 850$ |
| MEDIO | 3 $200 < Q_s \leq 300$ | $850 < Q_s \leq 1275$ |
| | 4 $300 < Q_s \leq 400$ | $1275 < Q_s \leq 1700$ |
| | 5 $400 < Q_s \leq 800$ | $1700 < Q_s \leq 3400$ |
| ALTO | 6 $800 < Q_s \leq 1600$ | $3400 < Q_s \leq 6800$ |
| | 7 $1600 < Q_s \leq 3200$ | $6800 < Q_s \leq 13600$ |
| | 8 $3200 < Q_s$ | $13600 < Q_s$ |

Tabla 19. Tabla 1.3 R.D.2267/2004

- B. Cálculo de la densidad de la carga de fuego, ponderada y corregida y nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área del incendio

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el edificio industrial de este proyecto va a estar constituido por un único sector de incendios (sector 1) cuya superficie construida será de 4.902,65 m², distribuida en una única planta.

La densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del establecimiento se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (Mcal/m}^2\text{)}$$

Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en Mcal/m².

q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³.

h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, (i), en m.

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector o área de transformación y almacenamiento.

s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m².

A = superficie construida del sector o área de incendio, en m².

Cálculo de la carga térmica del sector de incendios 1 (Ampliación)

A continuación, se muestran los datos más relevantes del estudio de la carga térmica del sector objeto de estudio y seguidamente se desarrollan los cálculos realizados para obtenerlos.

Con el fin de obtener los valores de densidad de carga de fuego media y el riesgo de activación asociado,

Ra, se ha recurrido a la *Tabla 1.2 del R.D. 2267/2004*. En este caso, no hay ninguna actividad concreta que describa al completo la actividad de dicho proyecto por lo que se ha seleccionado de la tabla anteriormente mencionada la actividad con más similitudes a la presente.

USO: Fabricación y venta de artículos de cerámica

SUPERFICIE: 4.903 m²

Ra (BAJO): 1,0

Haciendo una previsión de los materiales que podrán existir, se considera que en todo el sector de incendio se tendrán las cantidades máximas de materiales que se citan a continuación, que serán las que se tendrán en cuenta a efectos de cálculo y para las que se diseñará el sistema de protección contra incendios.

- **MADERA Y PALETS:** 30.000 kg
 Poder calorífico: 4 Mcal/kg
 Grado de peligrosidad: bajo Ci = 1
 Carga fuego: 30.000 x 4 x 1 = 120.000 Mcal
- **ACEITES:** 800 kg
 Poder calorífico: 10 Mcal/kg
 Grado de peligrosidad: bajo Ci = 1,3
 Carga fuego: 800 x 10 x 1,3 = 10.400 Mcal
- **CELULOSA:** 800 kg
 Poder calorífico: 4 Mcal/kg
 Grado de peligrosidad: bajo Ci = 1,3
 Carga fuego: 800 x 4 x 1,3 = 4.160 Mcal
- **PLÁSTICOS Y OTROS:** 10.000 kg
 Poder calorífico: 10 Mcal/kg
 Grado de peligrosidad: bajo Ci = 1,3
 Carga fuego: 10.000 x 10 x 1,3 = 130.000 Mcal

Aplicando la expresión indicada al inicio de este punto, se obtiene:

$$Q_s = \frac{120.000 + 10.400 + 4.160 + 130.000}{4.903} \times 1,0 = 53,96 \text{ (Mcal/m}^2\text{)}$$

Así pues, podemos concluir según la *Tabla 1.3 del R.D. 2264/2004*, que el sector de incendio considerado se caracterizará por tener un **nivel de riesgo intrínseco bajo de nivel 1**.

2.4. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

Dicho apartado está contenido en el *Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales* y corresponde con la Protección Pasiva Contra Incendios.

La función de la Protección Pasiva Contra Incendios es la de prevenir la aparición de un incendio, impedir o retrasar su propagación y facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

Así pues, se procede a describir las condiciones y requisitos constructivos y edificatorios que debe cumplir la edificación industrial diseñada en relación con su seguridad contra incendios.

2.4.1. Sectorización de los establecimientos industriales

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C.

| Riesgo intrínseco del sector de incendio | Configuración del establecimiento | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | TIPO A (m ²) | TIPO B (m ²) | TIPO C (m ²) |
| BAJO | (1)-(2)-(3) | (2) (3) (5) | (3) (4) |
| 1 | 2000 | 6000 | SIN LÍMITE |
| 2 | 1000 | 4000 | 6000 |
| MEDIO | (2)-(3) | (2) (3) | (3) (4) |
| 3 | 500 | 3500 | 5000 |
| 4 | 400 | 3000 | 4000 |
| 5 | 300 | 2500 | 3500 |
| ALTO | NO ADMITIDO | (3) | (3)(4) |
| 6 | | 2000 | 3000 |
| 7 | | 1500 | 2500 |
| 8 | | NO ADMITIDO | 2000 |

Tabla 20. Tabla 2.1 del R.D.2267/2004 – Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Como se puede observar en la *Tabla 2.1*, en función del nivel de riesgo intrínseco obtenido anteriormente y de la configuración de la edificación propuesta, el sector de incendios constituirá un área máxima admisible determinada. En este caso, al ser un establecimiento industrial de *TIPO C* y con *un nivel de riesgo intrínseco bajo de nivel 1*, **no habrá límites en cuanto a la superficie máxima admisible** para dicha edificación.

2.4.2. Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma *UNE-EN 13501-1* para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el mercado "CE".

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma *UNE-23727*.

Los productos de construcción cuya clasificación conforme a la norma *UNE 23727:1990* sea válida para estas aplicaciones podrán seguir siendo utilizados después de que finalice su periodo de coexistencia, hasta que se establezca una nueva regulación de la reacción al fuego para dichas aplicaciones basadas en sus escenarios de riesgo específicos. Para poder acogerse a esta posibilidad, los productos deberán acreditar su clase de reacción al fuego conforme a la normativa *23727:1990* mediante un sistema de evaluación de la conformidad equivalente al correspondiente al del marcado “CE” que les sea aplicable.

2.4.3. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas den la *Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión*.

La estabilidad ante el fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse:

- Mediante la adopción de los valores que se establecen en este *anexo II, apartado 4.1* o más favorable.
- Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.

Conforme al punto *4.2 del Anexo II, del R.D. 2267/2004*, para la estructura principal de cubiertas ligeras (peso propio inferior de 100 kg/m²) y sus soportes en planta sobre rasante, no prevista para ser utilizada en la evacuación de los ocupantes y la cual no ocasionaría daños graves a los edificios colindantes ya que no comparten estructura ni cerramiento, se adoptarán los valores de estabilidad al fuego descritos en la *Tabla 2.3*:

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | Tipo B | Tipo C |
|-------------------------------|---------------|---------------|
| | Sobre rasante | Sobre rasante |
| Riesgo bajo | R 15 (EF-15) | NO SE EXIGE |
| Riesgo medio | R 30 (EF-30) | R 15 (EF-15) |
| Riesgo alto | R 60 (EF-60) | R 30 (EF-30) |

Tabla 21. Tabla 2.3 del R.D.2267/2004

En este caso, al tratarse de tipo C, de riesgo bajo y sobre rasante, **no se exigirá una estabilidad al fuego de los elementos portantes** (dintel, cercha, pilares).

2.4.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos de cerramiento

Como no se disponen de elementos constructivos de cerramiento que delimiten distintos sectores, **no se exige estabilidad al fuego de los mismos**.

2.4.5. Evacuación de los establecimientos industriales

A. CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación del establecimiento industrial considerado, se determinará su ocupación, P, deducida de la siguiente expresión:

$$P = 1,10p, \text{ cuando } p < 100.$$

En dicha expresión, p, representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

En el presente establecimiento, se ha previsto una ocupación del sector de incendios de 11 personas.

Así pues,

$$P = 1,10 \times 11 = 12,1$$

Puesto que el valor obtenido para P debe redondearse al entero inmediato superior, se obtiene que:

$$P = 13$$

B. Longitud de recorrido de evacuación. número y disposición de las salidas.

La actividad poseerá 6 salidas al exterior mediante puertas metálica preleva con una anchura total de 4m, las cuales tendrán una puerta peatonal acoplada de 0,82 x 2,10 m. Por lo tanto y conforme a lo indicado en el punto 6 del Anexo II del R.D. 2267/2004, la longitud máxima de los recorridos de evacuación será:

| Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas | | |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Riesgo | 1 salida recorrido único | 2 salidas alternativas |
| Bajo(*) | 35m(**) | 50 m |
| Medio | 25 m(***) | 50 m |
| Alto | ----- | 25 m |

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse **la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.**

En este caso la nave, es de hormigón y chapa para los cerramientos y acero para la estructura portante. Estos materiales son considerados de clase A1 y A1FL, conforme se indica en el cuadro 1.2-1 del Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

Por lo tanto, los recorridos de evacuación considerados para esta actividad serán inferiores a 100 m, como bien se indica en los planos adjuntos.

C. Dimensionado de salidas, pasillos y escaleras

El dimensionamiento de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la Tabla 4.1:

| Tipo de elemento | Dimensionado |
|--|---|
| Puertas y pasos | $A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m. |
| Pasillos y rampas | $A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$ |
| Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾ | En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo. |

Tabla 22. Tabla 4.1 del R.D.2267/2004 - Dimensionado de los elementos de evacuación

En este caso la edificación posee 6 puertas de salida al exterior, las cuales deberán tener unas dimensiones mínimas de:

$$A \geq P/200 = 13/200 = 0,065 \text{ m, por lo que se exigirán un mínimo de 0,80 m de anchura.}$$

Siendo $P = 13$ personas.

De acuerdo con el proyecto las dimensiones de las puertas de la actividad serán de 4,00 m la puerta preleva y 0,82 m la puerta peatonal incluida en dicha puerta.

D. SEÑALIZACIÓN

De acuerdo con el apartado 7, *Señalización de los medios de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio"*:

- Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma *UNE 23034:1988*, conforme a los siguientes criterios:
- En esta actividad se señalizará la salida de la nave con el rótulo "SALIDA", de forma que sea fácilmente visible desde todo punto de la nave.
- La señal deberá ser visible incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. En caso de ser fotoluminiscente, su emisión luminosa cumplirá con la norma *UNE 23035-4:2003*.

De acuerdo con el apartado 2, *Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios, de la sección SI 4, del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio"*:

- Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores), se señalizarán mediante señales definidas en la norma *UNE 23033-1*, cuyo tamaño será de 210 x 210mm.
- Dicha señalización será visible incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. En caso

de ser fotoluminiscente, sus características de emisión luminosa cumplirán con lo establecido en la norma *UNE 23035-4:2003*.

E. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

a) Los sectores con actividades de producción

1º de riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2.000 \text{ m}^2$

2º de riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.

Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta.

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

En el caso que sirve como estudio, se obtienen los siguientes requerimientos para la edificación diseñada:

o Sector de incendios 1:

De acuerdo con el *punto 7 del Anexo II del R.D. 2267/2004*, para sectores de incendios cuyo riesgo intrínseco sea bajo, **no será necesario ventilación y eliminación de humo y gases.**

2.4.6. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

La dotación de medios contra incendios **CUMPLE** con los requisitos establecidos en el *R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, "por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales"*. En este proyecto se hace una aproximación de las medidas de protección contra incendios necesarias incluyendo su cantidad y disposición.

Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio.

A. Sistemas automáticos de detección de incendios

Estos sistemas permiten detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas.

Para establecimientos donde se realicen actividades de producción, montaje, transformación reparación u

otras distintas al almacenamiento, se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios si:

- a) Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- b) Están ubicados en edificios de tipo B, o su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.
- c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.
- e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

En el sector de incendios 1, por las condiciones que se dan **no será necesaria la instalación de un sistema automático de detección**, ya que, se trata de una actividad en un edificio de TIPO C y el nivel de riesgo intrínseco es BAJO.

B. Sistemas manuales de alarma de incendio

Están constituidos por un conjunto de pulsadores que permiten transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Para establecimientos donde se realicen actividades de producción, montaje, transformación reparación u otras distintas al almacenamiento, se instalarán sistemas manuales de alarma de incendios si:

- a) Su superficie construida es de 1.000 m² o superior, o
- b) No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el *apartado 3.1* de este anexo.

En el caso analizado **sí se precisará de la instalación de sistemas manuales de alarma de incendio**. Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m. Por lo tanto, se instalarán un total de 7 pulsadores, según puede verse en la documentación gráfica aportada.

C. Sistema de comunicación de alarma

Son sistemas que permiten emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio. Puede estar integrada junto con el sistema automático de detección de incendios en un mismo sistema.

Según el Reglamento, se instalarán estos sistemas en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.0000 m² o superior.

Por tanto, **no es necesario instalar sistemas de comunicación de alarma**, ya que la suma de las superficies construidas no supera los valores requeridos.

D. Sistema de hidrantes exteriores

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

- a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 de este reglamento.
- b) Concurren las circunstancias que se reflejan en la tabla siguiente:

| Configuración de la zona de incendio | Superficie del sector o área de incendio (m ²) | Riesgo Intrínseco | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|----------------|----------------|
| | | Bajo | Medio | Alto |
| A | ≥300 ≥1000 | NO SÍ* | SÍ SÍ | |
| B | ≥1000 ≥2500 ≥3500 | NO NO SÍ | NO SÍ SÍ | SÍ SÍ SÍ |
| C | ≥2000 ≥3500 | NO NO | NO SÍ | SÍ SÍ |
| D o E | ≥5000 ≥15000 | SÍ | SÍ SÍ | SÍ SÍ |

Tabla 23. Tabla 3.1 del R.D.2267/2004 - Hidrantes exteriores en función de configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco.

Por tanto, conforme al *anexo II del R.D. 2267/2004*, **no se exigen hidrantes exteriores** para el sector en cuestión analizando la *Tabla 3.1* expuesta.

E. Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere los 15 metros. Por lo tanto, a partir de esta condición más desfavorable se obtiene el número de extintores portátiles que se instalarán en el sector de incendio.

La eficacia de los extintores se justifica a partir de las exigencias mínimas de las *Tablas 3.1 y 3.2 del subapartado 8.2 del Anexo III, del R.D. 2267/2004*.

| GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO | EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR | ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO |
|---|------------------------------|--|
| BAJO | 21 A | Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso) |
| MEDIO | 21 A | Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso) |
| ALTO | 34 A | Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso) |

Tabla 24. Tabla 3.1 del R.D.2267/2004 - Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por cada por combustibles de clase A.

| VOLUMEN MÁXIMO, V (1), DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS EN EL SECTOR DE INCENDIO (1) (2) | | | | |
|--|--------|-------------|--------------|---------------|
| | V ≤ 20 | 20 < V ≤ 50 | 50 < V ≤ 100 | 100 < V ≤ 200 |
| EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR | 113 B | 113 B | 144 B | 233 B |

Tabla 25. Tabla 3.2 del R.D.2267/2004 - Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase B.

Así pues, para abarcar el sector de incendios 1, se instalarán 10 extintores portátiles de 6 kg de eficacia 21A-113B para el nuevo conjunto de naves. Los extintores se ubicarán en el sector de incendio, según y cómo se indica en la documentación gráfica adjunta.

F. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE) necesarios.

Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

- c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m² o superior.
- d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.
- e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.
- f) Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m² o superior.

Ya que el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento es bajo, en un establecimiento de TIPO C **no será necesaria la instalación de BIE'S** en el sector que sirve como caso de estudio.

G. Sistema de rociadores automáticos de agua

Para establecimientos donde se realicen actividades de producción, montaje, transformación reparación u otras distintas al almacenamiento, se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios si:

- a) Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- b) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.500 m² o superior.
- e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

Analizando los diferentes requisitos, se concluye que la edificación diseñada **no se requieren sistemas de rociadores automáticos de agua** debido a que se trata de una instalación de TIPO C y riesgo intrínseco BAJO.

H. Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios si:

- a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 de este reglamento.
- b) Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:
 - Red de bocas de incendio equipadas (BIE).
 - Red de hidrantes exteriores.

- Rociadores automáticos.
- Agua pulverizada.
- Espuma.

Para el caso estudiado, **no se exigen sistemas de abastecimiento de agua.**

I. SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- a) Estén situados en planta bajo rasante.
- b) Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- c) En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

En el caso del sector de incendios 1 se instalarán como iluminación de emergencia luminarias autónomas homologadas de forma que alumbren los posibles recorridos de evacuación con una intensidad de 1 lux como mínimo, medidos a nivel del suelo, y de forma que alumbren los espacios (mandos, centros de control, etc.) definidos en el *apartado 16.2 del anexo III del R.D. de 2267/2004, de 3 de diciembre, reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*, con un a iluminancia de 5 lux, como mínimo, consiguiendo señalar convenientemente la salida. La relación de luminarias a instalar se puede apreciar en los planos adjuntos a este proyecto.

La autonomía de las emergencias no será inferior a una hora, y deberán ponerse en funcionamiento en el instante en que por cualquier causa falle el suministro eléctrico, entendiéndose como fallo una tensión inferior al 70% de la tensión nominal.

La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

La distribución de emergencias se hará según planos en la medida de lo posible. Las luminarias serán estancas, con un grado de protección no inferior a IP-44. Se cumplen de este modo los requerimientos del *R.D. 485/1997*.

J. Descripción de la señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual y emergencia, así como los medios de protección contra incendios, según el *R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo*. Estas señales se muestran a continuación:

- Señales de salvamento o socorro.



- Señales del medio de protección.



Se tendrá especial atención en tener bien delimitadas las vías de circulación interiores (bajo cubierta) y de evacuación mediante franjas continuas amarillas para facilitar su visión y mantenerlas siempre despejadas.

Las vías de circulación permanentes exteriores también estarán delimitadas de algún modo.

3. CONCLUSIONS

In the present project, the study and calculation for the extension of an atomization plant has been carried out by means of the execution of three industrial buildings of different dimensions, as well as the design of the fire-fighting installations to be placed in the new building, in order to comply with safety in terms of fire detection and extinction, in compliance with the current regulations.

On the one hand, the dimensioning of the new construction, has been carried out using the CYPE software, in accordance with the requirements established in the *Technical Building Code*. The following, are the most relevant aspects describing the proposed project:

- ✓ The execution of the buildings will take place in the town of Onda (Castellon) and will be part of an existing atomization plant. In total, more than 4.900 m² will be increased.
- ✓ Before dimensioning the structure, all necessary actions have been considered in accordance with the regulations in force, in order to guarantee structural safety.
- ✓ The three industrial buildings are composed by a metal structure and have been designed using standardised profiles for all the elements that make up the system. The buildings are made up of rigid porticoes with trusses, separated from each other by five metres and

where the roof and the enclosure are fixed by means of metal straps. All the elements have been designed in order to withstand all the stresses to which they are subjected in a powerful way.

- ✓ The union between the pillars and the concrete of the corresponding footing, has been achieved by placing anchorage plates, ensuring perfect transmission of forces between the elements involved. In total, six types of anchorage plates have been developed according to needs to be fulfilled in each specific case.
- ✓ The foundations have been dimensioned by means of footings with rectangular geometry and composed of reinforced concrete of class HA-30 and steel B500S. They have been arranged in such a way as to increase inertia and improve the balance of the structure.
- ✓ As for the tie beams, they have all been given the same dimensions, in order to simplify and facilitate the manufacturing and execution process. They will have both, top and bottom reinforcements.

With reference to the fire protection measures, these have been designed in accordance with the *R.D. 537/2017, of 22 May*. The following requirements have been obtained as a result of the application of the current regulations:

- ✓ In the industrial establishment, the installation of manual fire alarm systems will be required. A total of 7 pushbuttons will be needed.
- ✓ To fully cover the fire sector covered by the new buildings, 10 portable fire extinguishers will be installed.

The dimensions of the projected buildings have meant a high level of complexity which has led to an in-depth study of the necessary decisions to be taken, to solve the possible problems that the project could face in a real situation. The most relevant decisions are summarised below:

- ✓ Inclusion of bracing on the roof and the frontage of the industrial buildings, and beams joining the perimeter of the structure in order to distribute the loads received evenly and efficiently.
- ✓ Involvement of lattice to bridge the gap between intermediate pillars in a safe and feasible way.

On the other hand, the final budget stipulated, has been based on current market prices that in view of the results obtained, it can be concluded that these present a high veracity as well as coherence, and could be very competitive in reality. Furthermore, it is important to point out the great usefulness of calculation programs at our disposal today, since they facilitate and simplify the work, while allowing us to obtain reliable results.

As a final note, it should be noted that the scope of this project corresponds merely to that of a Final Degree Work and therefore, no further technical aspects have been taken into account when carrying out the present project on a real scale.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Código Técnico de la Edificación. Actualizado a febrero de 2008. Texto modificado por R.D. 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
- Real Decreto de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, *R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre.*
- Instrucción Española del Hormigón Estructural (EHE-08). Actualizada a diciembre de 2008. Texto modificado por R.D. 1247/2008, de 18 de julio.
- Generador de Precios, Cype Ingenieros S.L.

La información contenida en las páginas web mencionadas a continuación, también han sido de gran utilidad en el desarrollo del proyecto:

- www.cype.es. Página web oficial del software comercial CYPE Ingenieros.
- www.construmatica.com

Por último, se citan los libros que han servido de apoyo y referencia para el desarrollo del presente proyecto:

- Ramón Argüelles Álvarez. (2013). *Estructuras de acero*. (BELLISCO)
- Alfredo Arnedo Pena. (2009) *Naves industriales con acero*. (APTA).
- J. Calavera. *Cálculo de estructuras de cimentación*. (Intemac).

DOCUMENTO NºII. PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DOCUMENTO NºII. PLIEGO DE CONDICIONES

| | |
|--|-----------------|
| DOCUMENTO NºII. PLIEGO DE CONDICIONES | _____ |
| 1. OBJETO Y GENERALIDADES | _____ 1 |
| 2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA | _____ 1 |
| 2.1. EL CONTRATISTA-CONSTRUCTOR | _____ 1 |
| 2.2. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA | _____ 2 |
| 2.3. LIBRO DE ÓRDENES | _____ 3 |
| 2.4. INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO Y SUS MODIFICACIONES. | _____ 3 |
| 2.5. LA OBRA Y SU EJECUCIÓN | _____ 4 |
| 2.6. DURACIÓN DE LA OBRA | _____ 6 |
| 2.7. RECEPCIONES Y SUS CONDICIONES. PLAZO DE GARANTÍA | _____ 6 |
| 3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA | _____ 7 |
| 3.1. ABONO DE LAS OBRAS Y ACOPIOS | _____ 7 |
| 3.2. PRESUPUESTO, PRECIO Y SU ALCANCE | _____ 8 |
| 3.3. MEDICIONES Y VALORACIONES | _____ 10 |
| 3.4. LIQUIDACIONES | _____ 11 |
| 3.5. INDEMNIZACIONES, FIANZA, REVISIÓN DE PRECIOS | _____ 11 |
| 3.6. OTROS PAGOS A CUENTA DEL CONTRATISTA | _____ 12 |
| 4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL | _____ 12 |
| 4.1. CONTRATO | _____ 12 |
| 4.2. RESPONSABILIDADES | _____ 12 |
| 4.3. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO | _____ 13 |
| 4.4. OTRAS DISPOSICIONES | _____ 13 |
| 5. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA | _____ 14 |
| 5.1. DISPOSICIONES GENERALES BÁSICAS | _____ 14 |
| 5.2. ELEMENTOS DE OBRA DE EMPLEO GENERAL | _____ 14 |
| 5.3. MOVIMIENTO DE MATERIALES | _____ 15 |
| 5.4. APEOS Y CONSOLIDACIONES | _____ 15 |
| 5.5. INSTALACIONES | _____ 16 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.6. | UNIDADES DE OBRA NO TRADICIONALES | 16 |
| 5.7. | CRITERIOS DE MEDICIÓN | 16 |
| 5.8. | PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES | 17 |

1. OBJETO Y GENERALIDADES

- a) El presente Pliego establece las condiciones y normas de carácter facultativo, económico, legal y técnico por las que se habrán de regir las obras y trabajos de los diferentes oficios e instalaciones que intervienen para la total realización de la edificación proyectada, incluidos todos los materiales y medios auxiliares con estricta sujeción a los documentos que componen el Proyecto.
- b) Este Pliego, junto con los restantes documentos: Memoria, Mediciones, Precios, Presupuestos y Planos, constituyen el Proyecto que ha de servir de base para la ejecución de todas las unidades de obra y, por consiguiente, de obligada observancia por el Contratista-Constructor de las obras.
- c) Todas las condiciones de ejecución y calidad, así como de recepción de materiales y características de los mismos, que figuran en los demás documentos de Proyecto, han de considerarse condiciones facultativas, técnicas y económicas del presente Pliego de Condiciones, aunque no se hallan reproducido en el mismo.
- d) Las presentes condiciones serán de obligada observación por el Contratista-Constructor a quien se adjudiquen las obras, el cual deberá hacer constar que las conoce y se compromete a ejecutar la obra con sujeción a las mismas.
- e) Las condiciones del presente Pliego, y en especial las de índole técnica, obligarán igualmente en las obras que se realicen por contrata y en las que la Propiedad decida que se efectúen en régimen de administración.

La propiedad quedará obligada en este último supuesto, por las responsabilidades que le correspondan en función del carácter que adquiere su intervención en la administración de obra.

2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVA

2.1. EL CONTRATISTA-CONSTRUCTOR

1. Cuando en este Pliego se alude al Contratista, se hace referencia al Constructor principal o general de la obra, si es uno sólo, o al que haya contratado directamente con la Propiedad la parte de obra adjudicada; pero no a otros que hayan podido subcontratar o destajar trabajos parciales bajo la exclusiva responsabilidad del Constructor principal; éste será responsable de la observancia de los documentos del Proyecto por parte de aquellos.
2. El Contratista es la persona física o jurídica que contrata con la Propiedad la ejecución material de toda la obra o una parte de ella, aunque dentro de la parte contratada se pueda optar por la ejecución de algunos trabajos en régimen de administración, en cuyo caso se acordarán previamente las condiciones de la misma.
3. Cuando la empresa o contratista que resultase adjudicatario subcontratase la ejecución de unidades de obra o instalaciones, dichas subcontratas podrán ser rechazadas por la Dirección Facultativa si, a

juicio de ésta, no reúnen las condiciones técnicas que garanticen una buena ejecución de las obras o instalaciones objeto del subcontratado.

4. El Contratista tendrá, durante la jornada de trabajo, un Encargado en la obra, considerándose como tal el trabajador que, poseyendo los conocimientos necesarios para el mando que ejerce y bajo las órdenes directas del Jefe de Obra, adopta las medidas oportunas en cuanto respecta al debido ordenamiento de la ejecución de los trabajos. Dicho encargado será el responsable del mantenimiento de la disciplina de las obras a su cargo; firmará en ausencia del Contratista o su representante legal, "el enterado" a las órdenes que, por escrito, dé la Dirección Facultativa y, por tanto, sus conocimientos deberán ser tales que le permitan la comprensión y cumplimiento de las mismas, así como de los distintos documentos de proyecto.
5. El Contratista establecerá en la obra una casilla de oficina en la cual existirá el material necesario para la evacuación de las consultas precisas. Los costes necesarios para su establecimiento estarán incluidos en el presupuesto-oferta.
6. El Contratista tendrá en la obra, en todo momento hasta la finalización de la misma, el Libro de Órdenes y Asistencias en el que quedarán consignadas las visitas que el Ingeniero Técnico necesite comunicarle. El Contratista firmará tras cada inserción, "el enterado" de su contenido y la fecha en que lo hace, obligándose a su cumplimiento si no reclama por escrito ante la Dirección.
7. El Contratista tendrá, también en obra, un juego completo de los documentos que componen el Proyecto, a disposición de la Dirección Facultativa.
8. El Constructor, antes del inicio de la obra, solicitará del Ingeniero Técnico la presentación del Documento de Estudio y Análisis del Proyecto de Ejecución, desde la óptica de sus funciones profesionales en la ejecución de la obra, y comprensivo de los aspectos referentes a organización, seguridad, control y economía de las obras. El constructor está obligado a conocer y dar cumplimiento a las previsiones contenidas en dicho documento.

2.2. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

1. La Dirección Facultativa estará formada por el Ingeniero Técnico.
2. El Ingeniero Técnico, además de otras competencias y facultades que se señalan en distintos epígrafes de este Pliego, deberá suministrar cuantos detalles sean necesarios para la correcta ejecución de las obras, no pudiendo el Contratista separarse de las instrucciones que se le den, ya sean verbales, escritas o gráficas, y si lo hiciera procederá a deshacer lo ejecutado, a su coste, si la Dirección Facultativa lo juzgase necesario.
3. La misión del Ingeniero Técnico consiste en:
 - a) Ordenar y dirigir la ejecución material de las obras e instalaciones de acuerdo con las normas y reglas de la buena construcción, con sujeción a los documentos del Proyecto que las definen.

- b) Ordenar la ejecución y puesta en obra de cada una de las unidades, inspeccionando y comprobando la adecuación de los materiales a emplear, sus dimensiones, calidad, dosificaciones y mezclas, así como la correcta disposición de los elementos constructivos.
- c) Controlar e inspeccionar periódicamente las instalaciones provisionales, los medios auxiliares y los sistemas de protección, exigiéndole cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre seguridad e higiene en el trabajo.
- d) Medir las unidades de obra ejecutadas y confeccionar los estados de mediciones que, periódicamente según contrato, servirán de base a las relaciones valoradas, así como las relaciones cuantitativas de los materiales a emplear en la obra.

2.3. LIBRO DE ÓRDENES

- 1. El Ingeniero Técnico y los demás facultativos con responsabilidad compartida en la dirección de las obras dejarán constancia, mediante las oportunas referencias, de las visitas, inspecciones e incidencias que surjan en el transcurso de ellas; darán al constructor las ordenes necesarias respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento sin perjuicio de lo establecido en el epígrafe 2.1.6. de este Pliego.
- 2. El Libro de Órdenes estará siempre en la obra a disposición de la Dirección Facultativa. Las anotaciones hechas en él darán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución u otras incidencias que afecten a las condiciones de contratación en relación con el desarrollo de la ejecución de las obras.
- 3. Para todo lo relativo al Libro de Órdenes, que no se especifique en este Pliego, se estará a lo que dispone el Decreto 462/1971 y a la Orden de 9 de junio de 1971 que dictan normas sobre el mismo.

2.4. INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO Y SUS MODIFICACIONES.

- 1. Corresponde exclusivamente a la Dirección Facultativa la interpretación del Proyecto y la consiguiente expedición de órdenes complementarias, gráficas o escritas, para el desarrollo del mismo.
- 2. El Contratista no podrá alterar ni modificar alguna parte del Proyecto sin autorización escrita del Ingeniero Director de la obra.
- 3. La Dirección Facultativa podrá realizar las modificaciones de detalle del Proyecto que crea oportunas, no alterando las líneas generales de éste y siempre que sea razonablemente aconsejadas por eventualidades surgidas por el proceso de ejecución. De igual modo se tratarán las modificaciones por mejoras que crea conveniente introducir la Propiedad de acuerdo con la Dirección Facultativa.
- 4. Corresponde también a la Dirección Facultativa apreciar las circunstancias en las que, a instancia del

Contratista, pueda proponerse la sustitución de materiales de difícil adquisición por otros de utilización similar, aunque de distinta calidad o naturaleza.

5. Para valorar la posible repercusión que, en precios unitarios o presupuestos de obra, pueda tener todo lo regulado en los apartados anteriores, se estará a lo dispuesto en el Capítulo III de este Pliego.

2.5. LA OBRA Y SU EJECUCIÓN

1. Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá al Replanteo de la misma, según disponen las especificaciones de los Artículos 1.1.4 y 1.1.5 del Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura 1960. Bajo ningún concepto el contratista podrá ocupar los terrenos o lugar de las obras, ni iniciar éstas si no tiene en su poder el Acta de Replanteo Definitivo con autorización expresa para el comienzo.
2. Queda entendido de un modo general que todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto, y los que se realicen como consecuencia de órdenes, instrucciones o modificaciones, se ejecutarán con arreglo a las normas de la buena construcción. No podrá servir, por tanto, de pretexto al contratista la baja de subasta, si la hubiera, para variar esa esmerada ejecución ni la calidad definida para las obras e instalaciones que integran el Proyecto.
3. De acuerdo con la Orden de 9 de junio de 1.971, el Constructor deberá comunicar a la Dirección Facultativa el día en que darán comienzo efectivo a las obras, a fin de que éste dé cumplimiento de todo lo preceptuado con respecto al Libro de Órdenes, todo ello, sin perjuicio de lo establecido en el epígrafe 2.5.1 de este Pliego.
4. Si así se estipulase en el correspondiente Contrato de Ejecución Material de Obras, el Contratista-Constructor confeccionará un Programa de Obra, ajustada a las condiciones de Proyecto, que entregará a la Dirección Facultativa en el plazo que se fije en dicho contrato.
5. Al empezar las obras figuradas en el presente Proyecto, el Contratista deberá haber habilitado, al menos, un almacén de materiales, un local de personal y un cuadro eléctrico de obra según normativa vigente. Durante la construcción, las obras estarán dotadas de las instalaciones auxiliares necesarias para su correcta ejecución.
6. El Contratista deberá tener siempre en la obra un número de operarios proporcionado a la extensión y clase de trabajos que se estén realizando, con objeto de cumplir los plazos parciales que puedan haberse fijado y el plazo final de ejecución. Todos los trabajos se ejecutarán por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de construcción, ajustándose en lo posible a la planificación y organización estructurada en Proyecto.
7. Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra realizada de modo que no se ajustase a este Pliego, a las condiciones exigidas en los restantes documentos del Proyecto o mal ejecutadas, el Contratista-Constructor tendrá obligación de demoler y reconstruir, cuantas veces

fuese necesario, hasta que quede subsanado el error o deficiencia. Estos aumentos de trabajo no otorgan derecho a percibir indemnización de ningún género, aunque las malas condiciones de ejecución de obra se hubieran notado después de la Recepción Provisional y sin que ello pueda influir en los plazos parciales o en el total de la ejecución de la obra.

- 8.** El Constructor es el responsable de la ejecución material de las obras que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por los errores que cometiese o defectos de ejecución que le fuesen imputables durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo las rectificaciones que procediesen e independientemente de la inspección de la Dirección Facultativa.
- 9.** Si durante la ejecución la Propiedad, de acuerdo con la Dirección Facultativa, resolviera introducir modificaciones en el proyecto que presupongan la realización de partidas no comprendidas en el mismo, el Constructor no podrá iniciar su ejecución sin haber obtenido antes la oportuna autorización de la Dirección; para ello, los precios deberán haber quedado fijados según lo establecido en las correspondientes condiciones económicas de este Pliego.
- 10.** Cualquier modificación en la ejecución de la obra que implique la realización de distinto número de unidades, en más o menos, de las figuradas en el estado de mediciones que ha servido de base para el presupuesto-oferta de adjudicación, deberá ser conocida y autorizada con carácter previo a su ejecución por la Dirección Facultativa. La repercusión económica que estas modificaciones puedan suponer, cuando hayan sido autorizadas, se evaluará de acuerdo con las condiciones económicas de este Pliego.
- 11.** El Contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación de la Dirección Facultativa; dichas pruebas se conservarán para efectuar en su día la comparación o cotejo con las que se empleen en obra. Siempre que la Dirección lo estime necesario serán efectuadas, por cuenta del contratista, las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.
- 12.** Con anterioridad a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y admitidos por el Ingeniero Técnico designado por la Propiedad. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad, deberán ser retirados todos aquellos que la citada Dirección rechace.
- 13.** El Constructor facilitará el libre cumplimiento de sus obligaciones a la Dirección Facultativa que tendrá acceso a todos los puntos de trabajo y a los almacenes donde se acopien materiales destinados a la obra, para su reconocimiento e inspección.
- 14.** Cuando por sus características una unidad de obra o parte de ella deba quedar oculta para poder continuar la ejecución de otras, el Constructor estará obligado a dar aviso al Ingeniero Técnico con tiempo suficiente para que éste proceda, en compañía de aquél, a realizar la medición real de dicha unidad o parte ejecutada de la misma, antes de proceder a su tapado.

15. La Dirección Facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando existan razones fundadas para sospechar la existencia de posibles defectos no aparentes en la construcción o de materiales de calidad deficiente no acordes con las condiciones de este Pliego o de otros documentos del Proyecto. Este sistema podrá emplearse también para todas aquellas unidades cuya correcta inspección no pueda realizarse de otro modo.

2.6. DURACIÓN DE LA OBRA

1. La realización total de las obras se llevará a efecto dentro del plazo que se fije en el Contrato de Ejecución Material de Obras, a estos efectos, se considerará comenzado el plazo de ejecución el día siguiente al de la firma del Acta de Replanteo Definitivo y sin que ello pueda servir de excusa al Contratista para incumplir lo estipulado en el apartado 2.5.3. de este Pliego.
2. Cuando exista el Programa de Obra citado en el apartado 2.5.4. de este Pliego, el cumplimiento o no de los plazos parciales fijados en él para la ejecución de unidades o partes en que se halla dividido la obra, tendrá la misma consideración contractual que el plazo total.
3. Los retrasos o adelantos en los plazos de ejecución de obra serán objeto de penalizaciones o bonificaciones, respectivamente, en las condiciones que se estipule en el Contrato.
4. El Contratista tendrá derecho a que los plazos de ejecución sean prorrogables cuando existan causas justificadas para ello, entendiéndose por tales las que, de mutuo acuerdo se estipulen en el correspondiente contrato, que deberá fijar también los términos y condiciones a cumplir para que dichas prórrogas sean efectivas.

2.7. RECEPCIONES Y SUS CONDICIONES. PLAZO DE GARANTÍA

1. El Contratista o su representante legal, con una antelación de veinticinco días hábiles, comunicará por escrito a la Dirección Facultativa la fecha prevista para la terminación de las obras, en función del plazo total de Contrato y sus prórrogas, si las hubiera.
2. Una vez terminadas las obras y hallándose éstas al parecer, en las condiciones exigidas, se procederá a la Recepción Provisional dentro del plazo establecido en el Contrato. A tal efecto se practicará por la Dirección Facultativa y la Propiedad, en presencia del Contratista, un reconocimiento general de cuyo resultado se levantará Acta. En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se hará constar en el Acta, y se darán las instrucciones precisas, del Facultativo al Contratista, con el fin de subsanar los defectos y deficiencias observados, fijándose nuevo plazo para efectuarla.
3. Al realizarse la Recepción Provisional de las obras, el Contratista deberá entregar a la Propiedad, las pertinentes autorizaciones de los órganos oficiales competentes, estatales, autonómicos o locales, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran.
4. Con este fin, habrán debido llevarse a cabo con anterioridad y con resultado satisfactorio, todos los ensayos, verificaciones y pruebas que la normativa vigente preceptúa para dichas instalaciones.

5. El plazo de garantía tendrá la duración que se estipule en el Contrato y comenzará el día en que se realice efectivamente la Recepción Provisional. Durante este período, sin perjuicio de otras garantías que se estipulen en el Contrato y sus Anexos, el Contratista garantiza todas las obras que haya ejecutado, así como los materiales que haya empleado en ellas y su correcta manipulación; corregirá los defectos, deficiencias y averías que se observen y le sea imputables y, en caso de no hacerlo, se ejecutarán dichos trabajos por la Propiedad con cargo a la fianza.
6. Transcurrido el período de garantía y dentro del plazo que se fije en el Contrato se procederá a la Recepción Definitiva de las obras de igual forma y condiciones que la Provisional. Levantada el Acta correspondiente, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo las que, por incumplimiento doloso del Contrato, prescribe la Ley. Bajo ningún concepto podrá realizarse la Recepción Definitiva si no han sido cumplimentados los requisitos exigidos en el epígrafe 2.7.3. de este Pliego.

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA

3.1. ABONO DE LAS OBRAS Y ACOPIOS

1. Como base fundamental se establece el principio de que el Contratista percibirá el importe de todos los trabajos que realmente ejecute siempre que éstos se hayan realizado con arreglo a la documentación que integra el Proyecto que ha servido de base a la adjudicación, a las modificaciones introducidas en él por la Propiedad y las condiciones estipuladas en este Pliego, a las órdenes que conforme a sus facultades le haya dado la Dirección Facultativa y a los preceptos del Contrato de Ejecución Material de Obra. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto de adjudicación no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones, salvo e los casos de rescisión.
2. Las obras ejecutadas se abonarán contra certificaciones previamente aprobadas por el Ingeniero Técnico, con base en las relaciones valoradas y con la periodicidad que se estime en Contrato. Las certificaciones solo comprenderán unidades totalmente terminadas; en ellas se hará constar los importes correspondientes a la Ejecución Material y a los porcentajes adoptados para obtener el presupuesto de Contrata y se descontará, si hubiese lugar a ello, la cantidad correspondiente al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación. Los abonos resultantes tendrán el carácter de pago a cuenta, sujetos a las rectificaciones y variaciones que se producen en la liquidación final, sin que supongan en forma alguna recepción o aprobación, por parte de la Dirección Facultativa, de las obras que comprendan.
3. Cuando, por consecuencia de rescisión o cualquier otra causa, fuese preciso abonar obras incompletas, su valoración se hará de la forma establecida en los cuadros de descomposición de los precios contratados o, en su defecto, se estudiará su descomposición teniendo en cuenta el coste de los materiales y mano de obra en la fecha en que se hizo la oferta. Los descompuestos deberán

aprobarse por la Dirección Facultativa antes de que se realice la liquidación de la unidad correspondiente.

4. Las obras que se hayan ejecutado como consecuencia de modificaciones, según el apartado 2.5.9. de este Pliego, se abonarán de la misma forma que las comprendidas en Proyecto, salvo acuerdo diferente en Contrato, y una vez acordado sus precios según lo estipulado en el apartado 3.2.3. de este Pliego.
5. Del mismo modo se procederá cuando haya de abonar algún trabajo ejecutado que, excepcionalmente no éste reglado en las condiciones de la contrata pero que, sin embargo, haya sido considerado admisible por la Dirección Facultativa. Estas condiciones se hacen también extensivas a los cambios de materiales.
6. Las obras que el Contratista haya ejecutado, por propia iniciativa y con autorización del Ingeniero Director, mejorando unidades mediante empleo de materiales de más esmerada calidad que la exigida o de mayor tamaño de lo estipulado en Proyecto, sustituyéndose una clase de fábrica por otra que tenga mayor precio o cualquier otra modificación beneficiosa, se abonarán al precio que les correspondería si hubiesen sido ejecutadas con estricta sujeción a lo proyectado o contratado.
7. Cuando el Contratista lo solicite y con autorización de la propiedad, el Ingeniero Técnico certificar acopios por un valor que no rebasará el porcentaje establecido a tal efecto en el Contrato; dicho porcentaje se estimará de acuerdo con la descomposición del precio de la unidad correspondiente. Los acopios abonados deberán quedar depositados en un almacén con las condiciones necesarias para la correcta conservación del material que se trate. El Contratista será responsable de la guarda y custodia de los citados acopios y, al recibir su importe, entregará a la Propiedad las garantías que se acuerden en Contrato. La Dirección Facultativa queda autorizada para inspeccionarlos en el lugar de almacenamiento.

3.2. PRESUPUESTO, PRECIO Y SU ALCANCE

1. El Contratista presentará el presupuesto con Precios Unitarios de todas las partidas que figuran en el estado de mediciones que le haya sido entregado.
2. Dichos precios forman parte integrante del Presupuesto-Oferta, tienen valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pudieran sobrevenir. El Contratista entregará Cuadros de Descomposición de cada uno de ellos, cuando así estipule en Contrato.
3. Cuando se ejecute la obra, o una parte de ella, en régimen de administración, será obligatoria la presentación de Cuadros de Jornales según convenio vigente, Cuadro de Precios Auxiliares y Cuadro de Precios de Materiales; todo ello referido a las unidades afectadas de dicho régimen.
4. En los Precios Unitarios además de la mano de obra, materiales, maquinaria y medios auxiliares necesarios para la ejecución directa de la unidad, se consideran incluidos los gastos de transporte y recepción de materiales, la parte proporcional del importe de todos los trabajos y medios auxiliares

generales de obra (andamios, transporte, elevación, combustible, fuerza motriz, agua, limpieza, escombros y otros análogos), la mano de obra indirecta (Jefe de Obra, Encargado, Capataces, Guarda de obra, etc.) las cargas laborales, indemnizaciones y pagos de todo orden derivados de la actividad del Contratista, los de replanteo, mantenimiento de vallados, oficina de obra, arbitrios municipales que se deriven de la ejecución de las obras (utilización de vertederos, multas y otros) con excepción de aquellos cuyo pago asigna expresamente la legislación vigente a la Propiedad; cualesquiera otros que, no siendo objeto de partida específica o no estando descritos en el presente Pliego, sean necesarios para la total terminación de las obras.

5. Los Precios Unitarios, así como los de materiales y mano de obra, que no figuren entre los contratados se fijarán contradictoriamente, entre la Dirección Facultativa y el Contratista, a la vista de los precios contratados de unidades análogas o, en su defecto, elaborando otros nuevos cuyo desglose de costes deberá ser acorde con la línea de los contratados y con lo expresado en el epígrafe anterior (3.2.3.). Estos precios deberán estar aprobados por el Ingeniero Técnico antes de que haya sido ejecutada la unidad correspondiente. Una vez fijados, con el visto bueno de ambas partes y aceptados por la Propiedad, tendrán la misma consideración y tratamiento que los Precios Unitarios de Contrato, excepto en los casos de Revisión y cuando no se hayan elaborado con costes del momento en que se hizo la oferta.
6. Las unidades de obra presupuestadas en Partida Alzada o Partida Unitaria serán de abono integro, excepto las que figuren "a justificar", que se abonarán previa certificación de los documentos acreditativos de su costo y en su base a los precios unitarios del presupuesto-oferta o, en su defecto, con los partes de jornales y materiales empleados durante la ejecución que deberán obtener la aprobación de la Dirección Facultativa. En cualquier caso, se podrá negociar su abono según el procedimiento a seguir para los precios contradictorios.
7. Las ayudas a oficios o instalaciones fijadas en un porcentaje sobre el costo del oficio o instalación se abonarán manteniéndose el porcentaje que estuviera establecido en presupuesto. Estas Ayudas están destinadas a sufragar y representan el coste de las obras necesarias para ejecutar las instalaciones u oficios conforme a la buena técnica de la construcción, a las condiciones en que han sido diseñadas en proyecto y a la normativa vigente que les afecta.
8. En el Presupuesto-Oferta presentado por el Contratista se consideran incluidas además las repercusiones de los siguientes costes: Los gastos correspondientes a los trabajos que se deriven del período de garantía de obra, los que se originen para efectuar los ensayos, pruebas y verificaciones de las instalaciones según normativa vigente, los que se desprendan por honorarios facultativos de Proyectos Específicos que los organismos competentes puedan exigir para las tramitaciones de las autorizaciones de uso y funcionamiento de las instalaciones, los necesarios para dar cumplimiento a todo lo preceptuado en la normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.
9. La baja o alta que sobre el presupuesto de Proyecto ofreciese el Contratista adjudicatario y fuera

aceptada por la propiedad, se entenderá aplicada proporcionalmente a todas las unidades de este, salvo que el contratista presentase con la oferta un detalle de la baja con un desglose individualizado de los precios afectados.

3.3. MEDICIONES Y VALORACIONES

1. Las mediciones de las unidades de obra se verificarán aplicando a cada partida la unidad de medida que le sea apropiada, de acuerdo con el Capítulo XI del Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura 1960 y, en su caso, la norma correspondiente. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna por los errores de clasificación o asignación de unidad de medida que figuren en los estados de mediciones de oferta.
2. Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas. Dichas mediciones servirán de base a las Relaciones Valoradas. Las diferencias de medición que, en más o en menos, pudieran sobrevenir respecto del estado de mediciones del Proyecto, no serán motivo de variación de los Precios Unitarios o de cualquier otra condición pactada, sin perjuicio de lo establecido para los casos de rescisión.
3. Tanto las mediciones parciales periódicas como las que se efectúen al final de la obra, se realizarán por el Ingeniero Técnico designado por la propiedad junto con el Contratista o su técnico representante. Levantarán las correspondientes Actas que serán firmadas por ambas partes y remitidas una al Ingeniero Director, acompañada de desgloses, planos y detalles gráficos cuando sean necesarios para la total justificación del trabajo realizado. Así mismo, harán constar que se han ejecutado con arreglo a la documentación y condiciones del Proyecto y del Contrato, a fin de que puedan servir de base a las Relaciones Valoradas.
4. La valoración de cada una de las partidas de obra se hará multiplicando el número de unidades de éstas resultante de las mediciones, por el Precio Unitario asignado a la misma en el Presupuesto-Oferta o, en su caso, el que para ella se haya estipulado según las condiciones de este Pliego.
5. El Ingeniero Director de la obra formulará, con la periodicidad acordada en Contrato, una Relación Valorada de los trabajos ejecutados durante dicho período, con sujeción al criterio de valoración regulado en el epígrafe anterior (3.3.4.) y en base a las mediciones realizadas según el epígrafe 3.3.3. de este Pliego.
6. El Contratista, que podrá presenciar las operaciones de valoración, dispondrá de un plazo de diez días para examinar la Relación Valorada; deberá en este plazo dar su conformidad o hacer, en caso contrario, las reclamaciones que considere convenientes.
7. Conformada la Relación Valorada, el Ingeniero Técnico procederá a expedir la certificación correspondiente, en las condiciones y con la finalidad expuesta en el epígrafe 3.1.2. de este pliego. Del importe de la certificación se deducirá el porcentaje de retención en concepto de garantía, según epígrafe 3.5.2. de este pliego.

3.4. LIQUIDACIONES

1. Hasta que se produzca la liquidación Final de la obra, todos los abonos que se efectúen al Contratista tendrán el carácter de documentos provisionales y el alcance de pagos a buena cuenta de dicha Liquidación Final.
2. Llevada a cabo la Recepción Provisional de las obras en las condiciones establecidas en los epígrafes 2.7.2. y 2.7.3. de este Pliego, se realizará una medición general de la obra para la que se utilizarán como datos complementarios los replanteos y mediciones efectuadas durante la ejecución de la obra, el libro de Órdenes y cuantos otros estimen necesarios la Dirección Facultativa y el Contratista.
3. El Ingeniero Director formulará una liquidación Provisional en base a la relación valorada que se desprenda de la Medición General y con los mismos criterios empleados para las certificaciones. Las objeciones que estime oportuno hacer el contratista a la vista de la Liquidación Provisional los dirigirá, por escrito, a la Propiedad y al Ingeniero Técnico.
4. Si así se acordase por las partes, la Liquidación Provisional puede ser sustituida por la última certificación periódica de obra ejecutada; en este caso, la certificación final deberá comprender las mediciones y valoraciones de todas las unidades que constituyen la obra y cumplimentar las condiciones que, para la Liquidación Provisional se haya estipulado en el Contrato.
5. Transcurrido el plazo de garantía y firmada el Acta de Recepción Definitiva, se confeccionará la Liquidación Definitiva de la obra. El Ingeniero Director expedirá certificación si el saldo es favorable al Contratista; si fuera favorable a la Propiedad, ésta requerirá al Contratista para que le reintegre el exceso percibido y, en tanto aquél no lo hiciera así, no podrá procederse a la devolución de la fianza.

3.5. INDEMNIZACIONES, FIANZA, REVISIÓN DE PRECIOS

1. Las indemnizaciones por demora en la entrega de la obra, por incumplimiento de plazos parciales si los hubiera, o por demora de pagos y daños causados, en su caso, serán las que se estipulen en contrato.
2. Si no se ha establecido otro tipo de fianza en el Contrato, del importe de cada Certificación se deducirá un cinco por ciento que será retenido por la Propiedad, en concepto de Garantía, hasta la Liquidación Final de la obra. La devolución de la Fianza no se hará si no se ha acreditado, ante la propiedad, que no existe reclamación alguna contra el Contratista por daños y perjuicios derivados de la ejecución de la obra que son por cuenta del Contratista, y sin perjuicio de lo regulado a este respecto en los epígrafes 2.7.4. y 3.4.5. de este Pliego.
3. Se fijarán en el Contrato las condiciones relativas a la Revisión de Precios, teniendo en cuenta que, en todo caso, los precios base serán los Unitarios y Descompuestos de los mismos que han servido para la confección del Presupuesto-Oferta contratado, se tendrá en cuenta también las especificaciones de los Precios Contradictorios.

3.6. OTROS PAGOS A CUENTA DEL CONTRATISTA

1. Será de cargo y cuenta del Contratista la policía del solar y el cuidado de sus líneas de lindero. El contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las ordenanzas municipales a estos aspectos vigentes.
2. Son de cuenta del Contratista las indemnizaciones por reclamación de terceras personas, derivadas de incumplimiento de sus obligaciones económicas o de daños ocasionados con motivo de la ejecución de las obras.
3. El Contratista estará obligado a tener asegurado, en todo momento, el valor de las obras que tenga ejecutadas y estar al corriente en el pago de las primas del seguro.
4. El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa, de los planos, pliegos de condiciones, y demás documentos de la contratación. Bajo ningún concepto podrá hacer uso de dicha documentación para fines distintos de esta obra.

4. CONDICIONES DE ÍNDOLE LEGAL

4.1. CONTRATO

1. El Contrato se formalizará mediante documento privado o público, a petición de cualquiera de las partes, con arreglo a las disposiciones vigentes. La Propiedad y el Contratista, antes de firmar el contrato aceptarán y firmarán el Pliego de Condiciones.
2. En el Contrato se acordarán y especificarán las condiciones y particularidades que convengan ambas partes y todas aquellas que sean necesarias como complemento de este Pliego de Condiciones (plazos, porcentajes, revisión de precios, causas de rescisión, liquidación por rescisión, arbitrajes, etc.).

4.2. RESPONSABILIDADES

1. El Contratista-Constructor es responsable de la ejecución material de las obras, en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que componen el Proyecto. En consecuencia, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de cuanto ejecute sin sujeción a dichas condiciones, cualquiera que fuese el momento en que se descubriese la falta o defecto, sin que pueda servir de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales. Todo ello, sin perjuicio de lo estipulado a este respecto en el epígrafe 2.5.7. de este Pliego.
2. El Contratista queda obligado al cumplimiento de los preceptos relativos al contrato de trabajo y seguros sociales y de accidentes de personal que trabaje en la obra; la Dirección Facultativa podrá exigir, en todo momento, comprobantes que acrediten este cumplimiento.
3. En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las

obras, el contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo único responsable de su incumplimiento y sin que pueda quedar afectada la Propiedad por responsabilidad en cualquier aspecto.

4. De los accidentes, daños y perjuicios de cualquier tipo que, por no cumplir el Contratista lo legislado en la materia, pudiera acaecer o sobrevenir, será este el único responsable o sus representantes en la obra, ya que en los precios contratados se han incluido todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales, según el epígrafe 3.2.6. de este Pliego.
5. Si el Contratista causase algún desperfecto o daño en la edificación objeto de este Proyecto o en las Propiedades colindantes por incumplimiento, descuido o inexperiencia, tendrá que restaurarlas o indemnizarlas a su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al ocupar el lugar de las obras, tanto si no hubiese seguido estrictamente las instrucciones recibidas como sí, en circunstancias imprevistas, no hubiera actuado con la inmediatez, precauciones y cuidados requeridos por el hecho, con lo previsto en la organización de los trabajos y con las normas de la buena construcción.
6. El Técnico competente del Contratista en la obra, asumirá la responsabilidad de todo cuanto se refiere a la vigilancia y organización directa e inmediata de las obras. En cualquier caso, compartirá esta responsabilidad con el Ingeniero Técnico designado por la propiedad de quien recibirá órdenes al respecto y con quien evacuará las consultas que considere necesarias.
7. El Contratista será responsable de las reclamaciones que surgieran con motivo de los derechos de patente de los materiales o instalaciones a su cargo.

4.3. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

1. Durante el período de tiempo en que permanezcan en ejecución las obras, se observará y respetará rigurosamente todo lo que preceptúa la normativa vigente sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo; esta normativa queda recogida en el apartado correspondiente del Anexo de este Pliego. Será también de obligado cumplimiento la legislación que se promulgue sobre la materia hasta la finalización de las obras.
2. En lo relativo a Seguridad se prestará un especial cuidado a la protección de huecos o aberturas en suelos, escaleras y fachadas; al mantenimiento y reposición de vallados, barandillas y redes protectoras; a la señalización y acotado de pasos de vehículos y zonas de carga y descarga, así como a la vigilancia por parte de la persona responsable de la empresa constructora de los andamios, grúas, medios auxiliares y maquinaria en general que se utilicen en la obra.

4.4. OTRAS DISPOSICIONES

1. En la ejecución de la obra y en cumplimiento del Decreto 462/1971 de 11 de Marzo, se observarán las normas vigentes sobre la construcción, tanto de la Presidencia del Gobierno y del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo como de los departamentos y organismos de la Administración

Autonómica y Local. Serán de aplicación las que se promulguen durante la ejecución, cuando así se estipule en las mismas.

2. La ejecución de la edificación proyectada se ajustará y respetará las disposiciones e instrucciones de tipo particular referentes a determinadas obras, instalaciones y actividades, en todo cuanto le sea de aplicación las cuales se citan en el Anexo-1 de este Pliego.

5. CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA

5.1. DISPOSICIONES GENERALES BÁSICAS

1. En concordancia con lo establecido en el apartado 1.3. de este Pliego, tendrán la consideración de condiciones técnicas de riguroso cumplimiento todas cuantas especificaciones se detallan, para la calidad, admisión de los materiales y sus componentes y para la forma de ejecución y composición de las unidades, en las descripciones de partidas del Estado de Mediciones, Precios, Presupuesto y Memoria del Proyecto. Estas especificaciones, junto con las que contienen los Planos, constituyen un Pliego de Condiciones Técnicas Particulares para la ejecución de las obras objeto del Proyecto.
2. Para todo cuanto no esté específicamente condicionado por los documentos que componen el Proyecto, en especial para las condiciones que deberán reunir los materiales que se empleen en la obra y sobre las normas para la ejecución de cada unidad, se estará a lo dispuesto por el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura 1960.
3. El Código Técnico de la Edificación será de obligado cumplimiento cuando se haga referencia específica a él en los documentos del Proyecto; en cualquier caso, tendrá siempre carácter informativo y, cuando proceda, supletorio del Pliego de la Dirección General de Arquitectura 1960.
4. Los ensayos, análisis y pruebas que deben realizarse para comprobar que los materiales empleados en las obras reúnen las condiciones exigidas, se realizarán por laboratorio homologado y autorizado a tales efectos.

5.2. ELEMENTOS DE OBRA DE EMPLEO GENERAL

1. Con excepción del peonaje no cualificado, todo personal que trabaje en la obra deberá acreditar los conocimientos técnicos y cualificación exigida por la legislación vigente para realizar la parte de obra o instalación que se le asigne.
2. La Dirección Facultativa podrá exigir la presentación de los correspondientes justificantes.
3. La recepción, fabricación y empleo de hormigones, morteros y materiales aglomerantes en general se registrarán, además, por la normativa particular relacionada en el Anexo-2 de este Pliego.
4. Los hormigones, en masa o armados, de empleo en la cimentación y estructura del edificio responderán a las características señaladas en el Anexo-2 de este Pliego.
5. Las cimbras y encofrados tendrán la rigidez suficiente para poder hacerse sobre ellos todas las

operaciones obligadas, con la energía necesaria, sin que se produzcan vibraciones perjudiciales ni abombamientos o desviaciones. Se adaptarán a la forma definitiva de la obra y no se aceptarán con errores mayores de dos centímetros en alineaciones o tres por ciento de espesor.

6. Los andamios reunirán las condiciones de organización y seguridad exigidas por las leyes y reglamentos vigentes citados en el Anexo-1 de este Pliego.
7. Los motores eléctricos o de combustible líquido se dispondrán sobre una bancada de hormigón, salvo indicación distinta en el Proyecto, en la que se introducirán las patillas de anclaje. Entre la base del motor y la cara superior de la bancada se colocará un aislamiento antivibratorio efectivo. En caso de edificio de estructura metálica, la bancada no podrá ponerse directamente en contacto con los perfiles metálicos que formen la estructura. Las condiciones exigidas por la legislación vigente en materia de ruidos y vibraciones serán de aplicación a los elementos que han de ser parte integrante de la edificación y a los que se utilicen como medios para la construcción.
8. Toda la maquinaria, utensilios y utillaje de obra reunirán las debidas condiciones de adecuación al trabajo que se ejecute y su montaje y funcionamiento se realizará de forma que garantice absolutamente la seguridad del personal que debe manipularla, la de todo el que trabaja en la obra.

5.3. MOVIMIENTO DE MATERIALES

1. En general, el Constructor organizará el movimiento de materiales como considere más adecuado y conveniente, a reserva siempre de las instrucciones que reciba del Ingeniero Técnico designado por la Propiedad y de las prescripciones sobre maquinaria establecidas en este Pliego. No obstante, en los epígrafes siguientes, se insiste de un modo especial en algunos extremos.
2. Los servicios de máquinas elevadoras, que habitualmente deban trabajar en el límite de forjados y sobre vacío, deberán estar unidos por el cinturón de seguridad a un elemento capaz de asegurar su posible caída. En las mismas condiciones se trabajará en los andamios que presenten riesgo de caída para los operarios.
3. Los servicios del elevador, situados en la cota de carga, estarán siempre provistos de cascos protectores adecuados.
4. Los aparatos elevadores estarán provistos de plataforma de recepción de materiales, defendida por barandas sólidas.
5. Los pasos de materiales sobre patios o huecos de forjados en ejecución serán de ancho suficiente de la sección necesaria para la carga que deban resistir y provistos siempre de barandas rígidas capaces de proteger al personal de una falsa maniobra.

5.4. APEOS Y CONSOLIDACIONES

1. Cuando, por las características de la obra, este tipo de trabajos fuesen incluidos en el Proyecto, su ejecución se ajustará a todo lo establecido específicamente en el mismo y en este Pliego de

Condiciones.

2. Si fuese necesario realizar obras de apeo y consolidación que sobreviniesen durante el proceso de construcción normal de la obra, deberán ser siempre objeto de estudio y disposiciones escritas de la Dirección Facultativa. En todo caso, el constructor deberá disponer las medidas inmediatas de seguridad cuando el caso lo requiera.

5.5. INSTALACIONES

1. Todas las instalaciones comprendidas en el Proyecto de Ejecución han sido estudiadas y documentadas de acuerdo con el epígrafe 1.5 del Real Decreto 2512/1977 de 17 de junio, por el que se aprobaron las tarifas de honorarios de los Arquitectos en trabajos de su profesión.
2. Antes de proceder a su ejecución, dichas instalaciones deberán ser objeto de Proyecto Específico que las desarrolle conforme el epígrafe 5.7.1. del Real Decreto citado en el apartado anterior (5.5.1.). Los Proyectos específicos deberán ajustarse a las condiciones de base fijadas en el Proyecto de Ejecución.
3. En cualquier caso, el Constructor o su instalador podrán hacer su propuesta que presentarán a la aprobación del Ingeniero Director. Los estudios que se realicen estarán integrados por Memoria, Planos, Cálculos, Presupuestos y especificaciones que se ajusten a las condiciones del Proyecto de Ejecución de Edificación y los documentos que lo componen.

5.6. UNIDADES DE OBRA NO TRADICIONALES

1. Todas las unidades de obra que se caractericen por algún nuevo sistema o método técnico para su ejecución, o empleen nuevos materiales no previstos, en el Pliego de Condiciones, se ejecutarán con arreglo a las instrucciones que, para cada caso, disponga el Ingeniero Director. En cualquier caso, se cumplirán las condiciones de utilización prescritas por los fabricantes del material o sistema, si no existiera el documento de idoneidad técnica que tendrá siempre prioridad en sus especificaciones, salvo orden expresa del Ingeniero Director.

5.7. CRITERIOS DE MEDICIÓN

1. La medición de cada una de las partidas de obra que constituyen la presente, se verificará aplicando a cada una de ellas la unidad de medida que le sea apropiada. Se tendrá bien entendido que, en cualquier caso y para las dudas que con respecto a los criterios empleados en el estado de mediciones presentado al Contratista pudiera surgir, se estará a lo especificado en el Capítulo XI del Pliego de Condiciones Técnicas Generales de la Dirección General de Arquitectos de 1960 y en el Código Técnico de la Edificación.

5.8. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

- 1.** Quedan recogidas las condiciones particulares del Presente Proyecto, en cuanto a todas y cada una de las partes específicas del mismo, en los documentos que lo integran, tal como se hace constar en los epígrafes 1.3 y 5.1.1. de este Pliego.

DOCUMENTO N°III. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

ÍNDICE DOCUMENTO NºIII. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

| | |
|--|----------------|
| DOCUMENTO NºIII. MEDICIÓN Y PRESUPUESTO | _____ |
| 1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO | _____ 1 |
| 2. CIMENTACIONES | _____ 2 |
| 3. SOLERA | _____ 3 |
| 4. ESTRUCTURA | _____ 3 |
| 5. CERRAMIENTOS | _____ 4 |
| 6. CARPINTERÍA | _____ 4 |
| 7. CUBIERTAS | _____ 5 |
| 8. GESTIÓN DE RESIDUOS | _____ 5 |
| 9. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS | _____ 5 |
| 10. SEGURIDAD Y SALUD | _____ 6 |
| 11. RESUMÉN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL | _____ 6 |

1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|-----|---------------|--|----------|------------------------------|------------------|---------------|-----------|--------------------|
| 1.1 | ADR030 | M³ Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor con compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. Incluye: Transporte y descarga del material de relleno a pie de tajo. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. | | | | | | |
| | | | m2 | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 15.400 | | | 0,200 | 3.080,000 | |
| | | | | | | | 3.080,000 | 3.080,000 |
| | | | | Total m² : | 3.080,000 | 7,98 € | | 24.578,40 € |
| 1.2 | EXCAVA... | M³ Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 1.5 m, en suelo de arenas y gravas, con medios mecánicos, y carga a camión. | | | | | | |
| | ZAPATAS | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Z1 | | 54 | 2,600 | 2,850 | 1,100 | 440,154 | |
| | Z2 | | 18 | 2,850 | 2,500 | 1,100 | 141,075 | |
| | Z3 | | 7 | 2,000 | 2,100 | 1,000 | 29,400 | |
| | Z4 | | 1 | 3,000 | 2,850 | 1,100 | 9,405 | |
| | Viga de atado | | 82 | 0,400 | 0,400 | 0,700 | 9,184 | |
| | | | | | | | 629,218 | 629,218 |
| | | | | Total m² : | 629,218 | 7,96 € | | 5.008,58 € |
| 1.3 | TRANSPO... | M³ Transporte a vertedero autorizado con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de residuo (terreno/escombros) dentro de la obra. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1,2 | 629,218 | | | 755,062 | |
| | | | | | | | 755,062 | 755,062 |
| | | | | Total m² : | 755,062 | 2,10 € | | 1.585,63 € |
| | | | | | | | | 31.172,61 € |

2. CIMENTACIONES

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|-----|---------------|---|----------|------------------------------|----------------|----------------|---------|--------------------|
| 2.1 | CRL010 | M² Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Z1 | | 54 | 2,600 | 2,850 | 0,100 | 40,014 | |
| | Z2 | | 18 | 2,850 | 2,500 | 0,100 | 12,825 | |
| | Z3 | | 7 | 2,000 | 2,100 | 0,100 | 2,940 | |
| | Z4 | | 1 | 3,000 | 2,850 | 0,100 | 0,855 | |
| | Viga de atado | | 82 | 0,400 | 0,400 | 0,100 | 1,312 | |
| | | | | | | | 57,946 | 57,946 |
| | | | | Total m² : | 57,946 | 6,00 € | | 347,68 € |
| 2.2 | HORMIG... | M³ Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión para formación de zapatas aisladas de cimentación, zapata corrida y vigas de atado. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Z1 | | 54 | 2,600 | 2,850 | 0,800 | 320,112 | |
| | Z2 | | 18 | 2,850 | 2,500 | 0,800 | 102,600 | |
| | Z3 | | 7 | 2,000 | 2,100 | 0,700 | 20,580 | |
| | Z4 | | 1 | 3,000 | 2,850 | 0,800 | 6,840 | |
| | Viga de atado | | 82 | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 5,248 | |
| | | | | | | | 455,380 | 455,380 |
| | | | | Total m³ : | 455,380 | 63,84 € | | 29.071,46 € |
| 2.3 | ACERO.C... | Kg Acero UNE-EN 10080 B 500 S para elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller de obra y montaje losa de cimentación. Incluso alambre de atar y separadores. incluido p.p. de solapes, despuntes, barras de montaje, esperas, etc. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Z1 | | 54 | 2,600 | 2,850 | 0,800 | 320,112 | |
| | Z2 | | 18 | 2,850 | 2,500 | 0,800 | 102,600 | |
| | Z3 | | 7 | 2,000 | 2,100 | 0,700 | 20,580 | |
| | Z4 | | 1 | 3,000 | 2,850 | 0,800 | 6,840 | |
| | Viga de atado | | 82 | 0,400 | 0,400 | 0,400 | 5,248 | |
| | | | | | | | 455,380 | 455,380 |
| | | | | Total kg : | 455,380 | 0,82 € | | 373,41 € |
| 2.4 | COLOCA... | Ud Colocación de placas de anclaje suministradas por empresa de mecanizado para anclajes en plintos de apoyo maquinaria. El peso de las placas es variable, entre 25 y 80 kg. | | | | | | |
| | | | | Total Ud : | 81,000 | 28,06 € | | 2.272,86 € |
| | | | | | | | | 32.065,41 € |

3. SOLERA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|-----|-------------|---|------------------------------|-------------------|---------------------|
| 3.1 | SOLERA.E... | M² Solera de hormigón en masa con fibras de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HM-25/F/12/IIa fabricado en central y vertido desde camión, y fibras de acero con terminación en gancho con una proporción de 25kg/m ³ , extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con juntas de retracción de 5 mm de espesor cada 5 metros, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación, y masilla elástica para sellado de las juntas de retracción. | | | |
| | | | Total m² : | 15.400,000 | 17,17 € |
| | | | | | 264.418,00 € |
| | | | | | 264.418,00 € |

4. ESTRUCTURAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|-------------------------------------|------------|---|-------------------|--------------------|---------------------|
| 4.1 | ACERO.N... | Kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones atornilladas en obra, a una altura de más de 10 m. INCLUYE: Limpieza y preparación del plano de apoyo. Replanteo y marcado de los ejes. Colocación y fijación provisional del pilar. Aplomado y nivelación. Ejecución de las uniones atornilladas. | | | |
| ESTRUCTURA COMPLETA | | Uds. | ml | kg/m | Parcial |
| 158751.15 | | | | | 158.751,150 |
| | | | | | 158.751,150 |
| | | | Total kg : | 158.751,150 | 1,20 € |
| | | | | | 190.501,38 € |
| 4.2 | EAT030c | Kg Suministro y montaje de acero UNE-EN 10162 S235JRC, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, para formación de correas sobre las que se apoyará la chapa o panel que actuará como cubierta (no incluida en este precio), y quedarán fijadas a las cerchas con tornillos. Incluso p/p de accesorios y elementos de anclaje. Incluye: Replanteo de las correas sobre las cerchas. Presentación de las correas sobre las cerchas. Aplomado y nivelación definitivos. Resolución de sus fijaciones a las cerchas. | | | |
| CORREAS | | Uds. | m | kg/m | Alto |
| Cubierta CF-200x2.5 | | 40 | 90,000 | 6,740 | 24.264,000 |
| Laterales CF-200x2.5 | | 13 | 90,000 | 6,740 | 7.885,800 |
| Laterales Carga Camiones CF-200x2.5 | | 4 | 30,000 | 6,740 | 808,800 |
| Cubierta Carga Camiones CF-200x2.5 | | 8 | 30,000 | 6,740 | 1.617,600 |
| | | | | | 34.576,200 |
| | | | Total kg : | 34.576,200 | 1,20 € |
| | | | | | 41.491,44 € |
| | | | | | 231.992,82 € |

5. CERRAMIENTOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | | | |
|-----|------------|---|----------|------------------|---------|----------------|-----------|--------------------|
| 5.1 | FPF030 | M² Cerramiento de fachada formado por paneles alveolares prefabricados de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 12 m de longitud máxima, con los bordes machihembrados, acabado liso, de color gris, dispuestos en posición horizontal, con inclusión o delimitación de huecos. Incluso colocación en obra de los paneles alveolares con ayuda de grúa autopropulsada, apuntalamientos, resolución del apoyo sobre la superficie superior de la cimentación, enlace de los paneles alveolares por las cabezas a las vigas de la estructura mediante conectores, y por los extremos a los pilares de la estructura y sellado de juntas con silicona neutra. Totalmente montado. Incluye: Replanteo de los paneles alveolares. Colocación del cordón de caucho adhesivo. Posicionado de los paneles alveolares en su lugar de colocación. Aplomo y apuntalamiento de los paneles alveolares. Soldadura de los elementos metálicos de conexión. Sellado de juntas y retacado final con mortero de retracción controlada. | | | | | | |
| | | PANEL ALVEOLAR | u | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Fachadas (perímetro x altura placas - sin huecos) | 1 | 313,300 | 2,400 | 1,000 | 751,920 | |
| | | Puertas Accesos (nº accesos x m2 puertas) | 6 | -4,500 | 2,200 | 1,000 | -59,400 | |
| | | | | | | | 692,520 | 692,520 |
| | | Total m² : | | 692,520 | | 22,01 € | | 15.242,37 € |
| 5.2 | CHAPA.G... | M² Fachada simple, de chapa perfilada de acero galvanizado en caliente, de 0,6 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm, colocada en posición vertical con un solape de la chapa superior de 200 mm y un solape lateral de un trapecio y fijada mecánicamente a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de las chapas y toda la rematería necesaria. lacado mediante capa de esmalte alquídico de secado rápido con alta elasticidad y dureza superficial (sistema de pintura como protección a la corrosión; MONOMIC O SIMILAR GRADO C3). Color RAL según propiedad. Rendimiento de 10 m2/litro con espesor de 60 micras. Dispone de certificación ISO 12944-6. Incluye: Replanteo de las chapas. Corte, preparación y colocación de las chapas. Fijación mecánica de las chapas. Perfilera perteneciente a rematería (cumbrea, aleros, etc...). Perforaciones para pasos de instalaciones. Totalmente terminado. | | | | | | |
| | | CHAPA PRELACADA | m2 | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Superficie cerramiento total NAVE ATM Y NAVE MOLIENDA (Sin incluir huecos) | 1.830 | | | | 1.830,000 | |
| | | Superficie cerramiento total NAVE CARGA CAMIONES (Sin incluir huecos) | 125,9 | | | | 125,900 | |
| | | Puertas prelevas | -75,6 | | | | -75,600 | |
| | | | | | | | 1.880,300 | 1.880,300 |
| | | Total m² : | | 1.880,300 | | 10,57 € | | 19.874,77 € |
| | | | | | | | | 35.117,14 € |

6. CARPINTERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|-----|--------|---|--------------|-------------------|--------------------|
| 6.1 | LGA030 | Ud Puerta basculante pre-leve de compensación por contrapesos, formada por chapa plegada de acero galvanizado, de textura acanalada, 450x500 cm. Apertura automática con equipo de motorización (incluido en el precio) y con puerta peatonal inscrita. Incluso material de conexionado eléctrico, juego de herrajes, tirantes de sujeción, cerradura y tirador a dos caras. Elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. Totalmente montada, conexionada y puesta en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Incluye: Colocación y fijación del cerco. Instalación de la puerta de garaje. Montaje de los tirantes de sujeción. Montaje del sistema de apertura. Montaje del sistema de accionamiento. Conexionado eléctrico. Repaso y engrase de mecanismos. Puesta en marcha. | | | |
| | | Total Ud : | 6,000 | 1.737,11 € | 10.422,66 € |
| | | | | | 10.422,66 € |

7. CUBIERTAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | |
|-----|--------|---|-------------|-----------|--------------------|-------------|
| 7.1 | *6.01 | ... Cubierta formada por chapa de acero en perfil comercial Galvanizada de 0,6 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8, medida en verdadera magnitud. | | | | |
| | | | Total m2. : | 2.940,000 | 11,46 € | 33.692,40 € |
| 7.2 | *6.02 | ... Cubierta traslúcida realizada con placas de poliéster OPAL, totalmente instalada en cualquier faldón, i/solapes, piezas especiales de remate, tornillos o ganchos de fijación, juntas... etc. y p.p. de costes indirectos, según NTE/QTS-5 ó 6. | | | | |
| | | | Total m2. : | 1.960,000 | 12,65 € | 24.794,00 € |
| 7.3 | #05 | MI Canalón de acero prelacada e=10 mm, de 40cm incluso p.p. de accesorios y boquillas, totalmente terminado, incluido remates. | | | | |
| | | | Total ml : | 300,000 | 15,95 € | 4.785,00 € |
| 7.4 | HRA100 | Pa Remates de chapa en cubierta, aleros, coronación, pié, puertas, canalón, aireadores y fachada. | | | | |
| | | | Total PA : | 1,000 | 2.300,39 € | 2.300,39 € |
| 7.5 | ISB011 | M Bajante exterior de la red de saneamiento, formada por tubo de PVC, serie B, de 150 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluye: Replanteo del recorrido de la bajante y de la situación de los elementos de sujeción. Presentación en seco de los tubos. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. | | | | |
| | | | Total m : | 90,000 | 21,10 € | 1.899,00 € |
| 7.6 | 2 | MI Aireador estatico de cubierta con sistema de entrada de aguas, construido en chapa galva de 500mm de garganta , con red antipajaros. | | | | |
| | | | Total ml : | 70,000 | 31,36 € | 2.195,20 € |
| | | | | | 69.665,99 € | |

8. GESTIÓN DE RESIDUOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | | |
|-----|--------|--|------------|---------|-------------------|------------|----------|
| 8.1 | GTB020 | ... Canon de vertido por entrega de tierras procedentes de la excavación, en vertedero específico. | | | | | |
| | | | m3 | d | Ancho | Parcial | Subtotal |
| | | | 755,062 | | | 755,062 | 755,062 |
| | | | Total m3 : | 755,062 | 2,00 € | 1.510,12 € | |
| | | | | | 1.510,12 € | | |

9. CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | |
|-----|--------|--|------------|--------|-----------------|----------|
| 9.1 | XUX010 | Ud Conjunto de pruebas y ensayos, realizados por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente. Incluso alquiler, construcción o adaptación de locales para este fin, mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y demolición o retirada. | | | | |
| | | | Total Ud : | 1,000 | 845,08 € | 845,08 € |
| | | | | | 845,08 € | |

10. SEGURIDAD Y SALUD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|------|--------|--|----------|----------|-------------------|
| 10.1 | YIX010 | Ud Equipos de protección individual. | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 817,50 € | 817,50 € |
| 10.2 | YCX010 | Ud Sistemas de protección colectiva. | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 873,00 € | 873,00 € |
| 10.3 | YSX010 | Ud Elementos de balizamiento y señalización provisional de obras. | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 56,40 € | 56,40 € |
| 10.4 | YPX010 | Ud Instalaciones provisionales de higiene y bienestar. | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 337,50 € | 337,50 € |
| 10.5 | YMX010 | Ud Medicina preventiva y primeros auxilios. | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 295,01 € | 295,01 € |
| 10.6 | YCG010 | Ud Recurso Preventivo | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 696,00 € | 696,00 € |
| 10.7 | IOX010 | Ud Extinción de incendios | | | |
| | | Total Ud : | 1,000 | 69,09 € | 69,09 € |
| | | | | | 3.144,50 € |

11. RESUMÉN DEL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

| | |
|---------------------------------|---------------------|
| 1 Acondicionamiento del terreno | 31.172,61 € |
| 2 Cimentaciones | 32.065,41 € |
| 3 Solera | 264.418,00 € |
| 4 Estructuras | 231.992,82 € |
| 5 Cerramiento | 35.117,14 € |
| 6 Carpintería | 10.422,66 € |
| 7 Cubiertas | 69.665,99 € |
| 8 Gestión de residuos | 1.510,12 € |
| 9 Control de calidad y ensayos | 845,08 € |
| 10 Seguridad y salud | 3.144,50 € |
| Total | 680.354,33 € |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEISCIENTOS OCHENTA MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS.

DOCUMENTO Nº IV. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ÍNDICE DOCUMENTO NºIV. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

| | |
|--|-----------|
| DOCUMENTO Nº IV. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS | |
| 1. CORREAS | 1 |
| 1.1. CORREAS EN CUBIERTA | 1 |
| 1.2. CORREAS LATERALES | 5 |
| 2. PÓRTICO INTERMEDIO | 9 |
| 2.1. GEOMETRÍA | 9 |
| 2.1.1. Nudos | 9 |
| 2.1.2. Barras | 10 |
| 2.2. RESULTADOS | 12 |
| 2.2.1. Barras | 12 |
| 2.3. UNIONES | 18 |
| 2.3.1. Comprobaciones en placas de anclaje | 18 |
| 2.3.2. Medición | 19 |
| 3. PÓRTICO HASTIAL | 20 |
| 3.1. GEOMETRÍA | 20 |
| 3.1.1. Nudos | 20 |
| 3.1.2. Barras | 21 |
| 3.2. RESULTADOS | 24 |
| 3.2.3. Barras | 24 |
| 3.3. UNIONES | 32 |
| 3.3.1. Comprobaciones en placas de anclaje | 32 |
| 3.3.2. resumen de medición | 50 |
| 4. CIMENTACIONES | 52 |

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ESTRUCTURA SECUNDARIA

A continuación, se exponen las comprobaciones más relevantes, realizadas para el dimensionado de cada elemento que conforma la estructura secundaria de la edificación diseñada.

1. CORREAS


1.1. CORREAS EN CUBIERTA

| Datos de correas de cubierta | |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Descripción de correas | Parámetros de cálculo |
| Tipo de perfil: CF-200x2.5 | Límite flecha: $L / 300$ |
| Separación: 1.30 m | Número de vanos: Un vano |
| Tipo de Acero: S235 | Tipo de fijación: Fijación rígida |

Comprobación de resistencia

| Comprobación de resistencia |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Aprovechamiento: 56.97 % |

Barra pésima en cubierta

| Perfil: CF-200x2.5 Material: S235 | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|----------------------|----------|----------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|
| | Nudos | | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | | |
| | Inicial | Final | | | Área (cm ²) | $I_y^{(1)}$ (cm ⁴) | $I_z^{(1)}$ (cm ⁴) | $I_t^{(2)}$ (cm ⁴) | $y_g^{(3)}$ (mm) | $z_g^{(3)}$ (mm) |
| | 0.643, 90.000, 6.096 | 0.643, 85.000, 6.096 | | 5.000 | 8.59 | 499.73 | 39.65 | 0.18 | -13.40 | 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 | λ | N_t | N_c | M_y | M_z | $M_y M_z$ | V_y | V_z | $N_t M_y M_z$ | $N_c M_y M_z$ | $N M_y M_z V_y V_z$ | $M_t N M_y M_z V_y V_z$ | |
| pésima en cubierta | $b / t \leq (b / t)^{Máx.}$ Cumple | N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽²⁾ | N.P. ⁽³⁾ | x: 2.5 m $\eta = 57.0$ | N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁶⁾ | x: 0 m $\eta = 8.8$ | N.P. ⁽⁷⁾ | N.P. ⁽⁸⁾ | N.P. ⁽⁹⁾ | N.P. ⁽¹⁰⁾ | CUMPLE $\eta = 57.0$ |

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

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

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

$$b/t \leq 90$$

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

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

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

Dónde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{190.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{50.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.570} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.643, 90.000, 6.096, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V (0^\circ) H1$.

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

$$M_{y,Ed}^- : \underline{6.37} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Dónde:

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

$$W_{el} : \underline{49.97} \text{ cm}^3$$

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 no hay momento flector.

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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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:

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

$$\eta : \underline{0.088} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.643, 90.000, 6.096, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ) H1$.

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

$$V_{Ed} : \underline{5.10} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{b,Rd} : \underline{58.01} \text{ kN}$$

Dónde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \frac{195.30}{\quad} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \frac{2.50}{\quad} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\phi : \frac{90.0}{\quad} \text{ grados}$$

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

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

$$f_{bv} : \frac{124.75}{\quad} \text{ MPa}$$

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\bar{\lambda}_w : \frac{0.90}{\quad}$$

Donde:

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

$$f_{yb} : \frac{235.00}{\quad} \text{ MPa}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \frac{210000.00}{\quad} \text{ MPa}$$

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

$$\gamma_{M0} : \frac{1.05}{\quad}$$

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.

Comprobación de flecha

| Comprobación de flecha |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Porcentajes de aprovechamiento: |
| - Flecha: 97.55 % |

Coordenadas del nudo inicial: 40.643, 90.000, 8.096

Coordenadas del nudo final: 40.643, 85.000, 8.096

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(R) 1 + 1.00 \cdot V(180^\circ) H1$ a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.


($I_y = 500 \text{ cm}^4$) ($I_z = 40 \text{ cm}^4$).

1.2. CORREAS LATERALES

| Datos de correas laterales | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Descripción de correas | Parámetros de cálculo |
| Tipo de perfil: CF-200x2.5 | Límite flecha: $L / 300$ |
| Separación: 1.50 m | Número de vanos: Un vano |
| Tipo de Acero: S235 | Tipo de fijación: Fijación rígida |

Comprobación de resistencia

| Comprobación de resistencia |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. |
| Aprovechamiento: 61.27 % |
| Barra pésima en lateral |

| Perfil: CF-200x2.5 Material: S235 | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|--------------|---------------------------|--|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | | | |
| | Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | y _g ⁽³⁾ (mm) | z _g ⁽³⁾ (mm) | |
| | 0.000, 5.000, 0.750 | 0.000, 0.000, 0.750 | 5.000 | 8.59 | 499.73 | 39.65 | 0.18 | -13.40 | 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 | λ | 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 lateral | b / t λ (b / t) ^{Máx.} Cumple | N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽²⁾ | N.P. ⁽³⁾ | x: 2.5 m $\lambda = 61.3$ | N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁶⁾ | x: 5 m $\lambda = 9.5$ | N.P. ⁽⁷⁾ | N.P. ⁽⁸⁾ | N.P. ⁽⁹⁾ | N.P. ⁽¹⁰⁾ | CUMPLE $\lambda = 61.3$ | |
| Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ : Limitación de esbeltez N: Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión. Eje Y M _z : Resistencia a flexión. Eje Z M _y M _z : Resistencia a flexión biaxial V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z N _t M _y M _z : Resistencia a tracción y flexión N _c M _y M _z : Resistencia a compresión y flexión NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a cortante, axil y flexión M _t NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra λ : Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede | | | | | | | | | | | | | | | |
| Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector 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. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. | | | | | | | | | | | | | | | |

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

Se debe satisfacer:

$$h/t \leq 250$$

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

$$b/t \leq 90$$

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

$$c/t \leq 30$$

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

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

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

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

Dónde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{190.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{50.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

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:

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

$$\eta : \underline{0.613} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

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

$$M_{y,Ed}^- : \underline{6.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{11.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Dónde:

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

$$W_{el} : \underline{49.97} \text{ cm}^3$$

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 no hay momento flector.

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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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:

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

$$\eta : \underline{0.095} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$ H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{5.48} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{b,Rd} : \underline{58.01} \text{ kN}$$

Dónde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{195.30} \text{ mm}$$

t : Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

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

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

$$f_{bv} : \underline{124.75} \text{ MPa}$$

Siendo:

λ_w : Esbeltez relativa del alma.

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

λ_w : 0.90

Dónde:

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

f_{yb} : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000.00 MPa

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

γ_{MO} : 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.

Comprobación de flecha

| Comprobación de flecha |
|---|
| El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 68.02 % |

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 5.000, 0.750

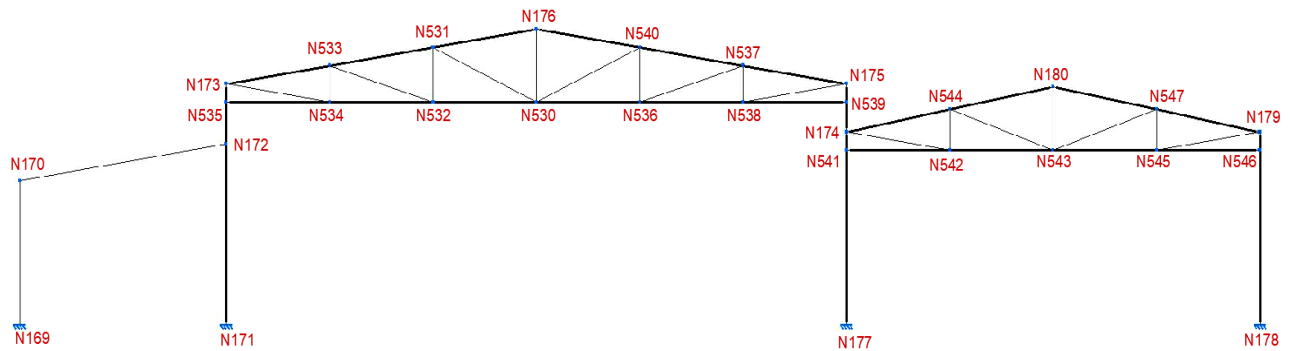
Coordenadas del nudo final: 0.000, 0.000, 0.750

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(270^\circ)$ H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.
($I_y = 500 \text{ cm}^4$) ($I_z = 40 \text{ cm}^4$).

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS ESTRUCTURA PRINCIPAL

A continuación, se exponen las comprobaciones más relevantes, realizadas para el dimensionado de cada elemento que conforma la estructura principal de la edificación diseñada.

2. PÓRTICO INTERMEDIO



2.1. GEOMETRÍA

2.1.1. Nudos

Referencias:

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

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

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.¹

| Nudos | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | Δ_x | Δ_y | Δ_z | θ_x | θ_y | θ_z | |
| N169 | 80.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N170 | 80.000 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N171 | 80.000 | 10.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N172 | 80.000 | 10.000 | 7.500 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N173 | 80.000 | 10.000 | 10.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N174 | 80.000 | 40.000 | 8.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N175 | 80.000 | 40.000 | 10.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N176 | 80.000 | 25.000 | 12.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N177 | 80.000 | 40.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N178 | 80.000 | 60.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N179 | 80.000 | 60.000 | 8.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N180 | 80.000 | 50.000 | 9.875 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N530 | 80.000 | 25.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N531 | 80.000 | 20.000 | 11.500 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N532 | 80.000 | 20.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N533 | 80.000 | 15.000 | 10.750 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

| Nudos | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | Δ_x | Δ_y | Δ_z | θ_x | θ_y | θ_z | |
| N534 | 80.000 | 15.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N535 | 80.000 | 10.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N536 | 80.000 | 30.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N537 | 80.000 | 35.000 | 10.750 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N538 | 80.000 | 35.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N539 | 80.000 | 40.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N540 | 80.000 | 30.000 | 11.500 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N541 | 80.000 | 40.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N542 | 80.000 | 45.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N543 | 80.000 | 50.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N544 | 80.000 | 45.000 | 8.938 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N545 | 80.000 | 55.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N546 | 80.000 | 60.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N547 | 80.000 | 55.000 | 8.938 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

2.1.2. Barras

A. Materiales utilizados

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

B. Descripción

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup.} (m) | Lb _{Inf.} (m) |
| Tipo | Designación | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| Acero laminado | S275 | N169/N170 | N169/N170 | IPE 270 (IPE) | - | 5.863 | 0.137 | 0.70 | 1.40 | - | - |
| | | N170/N172 | N170/N172 | IPE 270 (IPE) | 0.137 | 9.828 | 0.147 | 0.00 | 0.99 | - | - |
| | | N174/N539 | N174/N175 | HE 300 A (HEA) | 0.082 | 1.118 | 0.050 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N539/N175 | N174/N175 | HE 300 A (HEA) | 0.050 | 0.598 | 0.102 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N173/N533 | N173/N176 | IPE 200 (IPE) | 0.205 | 4.710 | 0.141 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N533/N531 | N173/N176 | IPE 200 (IPE) | 0.141 | 4.804 | 0.111 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N531/N176 | N173/N176 | IPE 200 (IPE) | 0.111 | 4.894 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N175/N537 | N175/N176 | IPE 200 (IPE) | 0.205 | 4.710 | 0.141 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N537/N540 | N175/N176 | IPE 200 (IPE) | 0.141 | 4.804 | 0.111 | 0.00 | 1.00 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------------------|------------|-------------------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup.} (m) | Lb _{Inf.} (m) |
| Tipo | Designación | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| | | N540/N176 | N175/N176 | IPE 200 (IPE) | 0.111 | 4.894 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N177/N541 | N177/N174 | HE 300 A (HEA) | - | 7.200 | 0.050 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N541/N174 | N177/N174 | HE 300 A (HEA) | 0.050 | 0.618 | 0.082 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N178/N546 | N178/N179 | HE 280 A (HEA) | - | 7.250 | - | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N546/N179 | N178/N179 | HE 280 A (HEA) | - | 0.668 | 0.082 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N174/N544 | N174/N180 | IPE 160 (IPE) | 0.183 | 4.781 | 0.123 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N544/N180 | N174/N180 | IPE 160 (IPE) | 0.123 | 4.913 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N179/N547 | N179/N180 | IPE 160 (IPE) | 0.183 | 4.781 | 0.123 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N547/N180 | N179/N180 | IPE 160 (IPE) | 0.123 | 4.913 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N530/N176 | N530/N176 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.066 | 2.832 | 0.102 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N530/N531 | N530/N531 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.055 | 5.243 | 0.185 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N532/N531 | N532/N531 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.063 | 2.085 | 0.102 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N532/N533 | N532/N533 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 4.932 | 0.235 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N534/N533 | N534/N533 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.337 | 0.102 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N534/N173 | N534/N173 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.664 | 0.341 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N535/N534 | N535/N539 | IPE 300 (IPE) | 0.145 | 4.450 | 0.405 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N534/N532 | N535/N539 | IPE 300 (IPE) | 0.405 | 4.386 | 0.209 | 1.00 | 4.00 | - | - |
| | | N532/N530 | N535/N539 | IPE 300 (IPE) | 0.209 | 4.644 | 0.147 | 1.00 | 4.00 | - | - |
| | | N530/N536 | N535/N539 | IPE 300 (IPE) | 0.147 | 4.644 | 0.209 | 1.00 | 4.00 | - | - |
| | | N536/N538 | N535/N539 | IPE 300 (IPE) | 0.209 | 4.386 | 0.405 | 1.00 | 4.00 | - | - |
| | | N538/N539 | N535/N539 | IPE 300 (IPE) | 0.405 | 4.450 | 0.145 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N536/N537 | N536/N537 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 4.932 | 0.235 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N538/N175 | N538/N175 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.664 | 0.341 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N538/N537 | N538/N537 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.337 | 0.102 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N536/N540 | N536/N540 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.063 | 2.085 | 0.102 | 1.00 | 1.00 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup.} (m) | Lb _{Inf.} (m) |
| Tipo | Designación | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| | | N530/N540 | N530/N540 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.055 | 5.243 | 0.185 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N541/N542 | N541/N546 | IPE 270 (IPE) | 0.145 | 4.450 | 0.405 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N542/N543 | N541/N546 | IPE 270 (IPE) | 0.405 | 4.407 | 0.188 | 1.00 | 2.00 | - | - |
| | | N543/N545 | N541/N546 | IPE 270 (IPE) | 0.188 | 4.407 | 0.405 | 1.00 | 2.00 | - | - |
| | | N545/N546 | N541/N546 | IPE 270 (IPE) | 0.405 | 4.460 | 0.135 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N542/N544 | N542/N544 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.545 | 0.082 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N542/N174 | N542/N174 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.761 | 0.244 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N543/N544 | N543/N544 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 5.060 | 0.164 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N543/N180 | N543/N180 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.064 | 2.479 | 0.082 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N545/N547 | N545/N547 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.545 | 0.082 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N543/N547 | N543/N547 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 5.060 | 0.164 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N545/N179 | N545/N179 | #120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.761 | 0.244 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N171/N172 | N171/N173 | HE 300 A (HEA) | - | 7.363 | 0.137 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N172/N535 | N171/N173 | HE 300 A (HEA) | 0.137 | 1.613 | - | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N535/N173 | N171/N173 | HE 300 A (HEA) | - | 0.648 | 0.102 | 0.70 | 2.00 | - | - |

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

2.2.RESULTADOS

2.2.1. Barras

A. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

Mt: Momento torsor (kN·m)

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

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

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

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

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

| 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) | | |
| N169/N170 | 27.33 | 0.000 | 8.098 | -0.032 | 20.605 | 0.00 | 33.38 | -0.08 | GV | Cumple |
| N170/N172 | 38.10 | 9.965 | -0.645 | 0.015 | 30.344 | 0.00 | -47.87 | -0.07 | GV | Cumple |
| N174/N539 | 16.19 | 1.200 | -87.060 | 0.727 | 8.061 | 0.01 | -45.92 | -0.94 | G | Cumple |
| N539/N175 | 14.10 | 0.050 | -82.791 | -1.420 | -12.444 | -0.01 | -38.74 | -1.00 | G | Cumple |
| N173/N533 | 78.79 | 0.205 | -203.740 | 0.037 | -15.990 | 0.00 | -22.85 | 0.11 | G | Cumple |
| N533/N531 | 54.44 | 4.945 | -233.528 | -0.004 | 12.108 | 0.00 | -8.50 | 0.00 | G | Cumple |
| N531/N176 | 49.87 | 5.005 | -198.169 | 0.000 | 11.537 | 0.00 | -9.21 | 0.00 | G | Cumple |
| N175/N537 | 78.67 | 0.205 | -204.206 | -0.033 | -15.967 | 0.00 | -22.78 | -0.10 | G | Cumple |
| N537/N540 | 54.51 | 4.945 | -233.659 | 0.000 | 12.105 | 0.00 | -8.50 | 0.01 | G | Cumple |
| N540/N176 | 49.85 | 5.005 | -198.169 | 0.000 | 11.537 | 0.00 | -9.21 | 0.00 | G | Cumple |
| N177/N541 | 21.09 | 0.000 | -83.621 | 1.168 | -10.934 | 0.00 | -44.42 | 3.86 | GV | Cumple |
| N541/N174 | 13.86 | 0.050 | -73.124 | -3.938 | 34.326 | 0.01 | 31.29 | -4.60 | GV | Cumple |
| N178/N546 | 24.15 | 0.000 | -42.922 | 0.474 | -24.264 | 0.00 | -53.48 | 1.48 | GV | Cumple |
| N546/N179 | 7.66 | 0.668 | -53.046 | -1.286 | 5.265 | -0.01 | -15.89 | -0.17 | G | Cumple |
| N174/N544 | 77.89 | 0.183 | -115.421 | 0.011 | -12.310 | 0.00 | -12.91 | 0.04 | G | Cumple |
| N544/N180 | 60.47 | 5.036 | -100.784 | 0.000 | 11.477 | 0.00 | -9.53 | 0.00 | G | Cumple |
| N179/N547 | 75.52 | 0.183 | -119.617 | -0.010 | -12.018 | 0.00 | -11.93 | -0.03 | G | Cumple |
| N547/N180 | 60.46 | 5.036 | -100.780 | 0.000 | 11.451 | 0.00 | -9.52 | 0.00 | G | Cumple |
| N530/N176 | 10.36 | 2.898 | 22.192 | 0.000 | -0.349 | 0.01 | 0.64 | 0.00 | GV | Cumple |
| N530/N531 | 25.38 | 0.055 | -39.833 | -0.005 | -0.490 | 0.01 | -0.40 | -0.05 | GV | Cumple |
| N532/N531 | 4.36 | 0.063 | -4.376 | 0.000 | 0.362 | 0.00 | 0.38 | 0.01 | G | Cumple |
| N532/N533 | 12.19 | 4.985 | -15.975 | 0.009 | 0.358 | 0.00 | -0.68 | -0.02 | GV | Cumple |
| N534/N533 | 44.32 | 0.061 | -31.592 | -0.600 | -6.188 | 0.04 | -4.13 | -0.85 | G | Cumple |
| N534/N173 | 62.90 | 4.715 | 215.437 | -0.018 | 1.544 | -0.13 | -3.38 | 0.11 | G | Cumple |
| N535/N534 | 28.20 | 0.145 | -24.393 | -3.381 | 0.079 | 0.00 | 0.02 | -6.57 | G | Cumple |
| N534/N532 | 20.16 | 0.405 | -57.642 | -0.907 | -0.162 | 0.00 | -1.71 | -1.21 | GV | Cumple |
| N532/N530 | 19.39 | 0.209 | -61.908 | -0.800 | -0.156 | 0.00 | -1.01 | -0.73 | GV | Cumple |
| N530/N536 | 19.36 | 4.791 | -62.766 | 0.809 | -0.154 | 0.00 | 0.40 | -0.77 | GV | Cumple |
| N536/N538 | 20.59 | 4.595 | -61.227 | 0.886 | -0.158 | 0.00 | 1.12 | -1.13 | GV | Cumple |
| N538/N539 | 27.76 | 4.855 | -23.858 | 3.353 | -0.058 | 0.00 | 0.12 | -6.48 | G | Cumple |
| N536/N537 | 11.20 | 4.985 | -14.248 | -0.007 | 0.356 | -0.01 | -0.67 | 0.02 | GV | Cumple |
| N538/N175 | 62.37 | 4.715 | 214.639 | 0.000 | 1.541 | 0.11 | -3.37 | -0.05 | G | Cumple |
| N538/N537 | 42.69 | 0.061 | -31.461 | -0.448 | 6.148 | -0.04 | 4.10 | -0.65 | G | Cumple |
| N536/N540 | 4.35 | 0.063 | -4.296 | 0.000 | -0.361 | -0.01 | -0.38 | -0.02 | G | 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) | | |
| N530/N540 | 25.86 | 0.055 | -40.675 | 0.006 | -0.491 | -0.01 | -0.40 | 0.05 | GV | Cumple |
| N541/N542 | 29.50 | 0.145 | -57.647 | -1.302 | -0.351 | 0.00 | 0.29 | -1.64 | GV | Cumple |
| N542/N543 | 28.95 | 0.405 | -65.748 | -0.726 | 0.405 | 0.00 | 1.57 | -0.80 | GV | Cumple |
| N543/N545 | 22.87 | 4.595 | -46.906 | 0.778 | 0.408 | 0.00 | -2.00 | -0.99 | GV | Cumple |
| N545/N546 | 13.60 | 4.865 | -16.385 | 1.448 | 0.251 | 0.00 | 0.03 | -1.79 | GV | Cumple |
| N542/N544 | 20.18 | 0.061 | -16.406 | -0.293 | -2.203 | 0.02 | -1.73 | -0.46 | G | Cumple |
| N542/N174 | 37.56 | 4.812 | 122.236 | 0.000 | 1.154 | -0.07 | -2.33 | 0.02 | G | Cumple |
| N543/N544 | 15.09 | 5.113 | 31.521 | 0.016 | 0.711 | -0.05 | -1.66 | 0.04 | GV | Cumple |
| N543/N180 | 24.34 | 2.543 | 6.719 | 0.000 | -1.890 | 0.03 | 3.11 | 0.00 | GV | Cumple |
| N545/N547 | 17.66 | 0.061 | -14.632 | -0.246 | 1.900 | -0.02 | 1.51 | -0.40 | G | Cumple |
| N543/N547 | 25.11 | 0.053 | -36.244 | 0.012 | -0.709 | -0.04 | -0.87 | 0.13 | GV | Cumple |
| N545/N179 | 33.01 | 4.812 | 111.471 | 0.000 | 1.009 | 0.05 | -1.86 | -0.03 | G | Cumple |
| N171/N172 | 17.85 | 0.000 | -92.756 | 0.467 | 8.865 | 0.00 | 31.77 | 1.79 | GV | Cumple |
| N172/N535 | 16.96 | 1.750 | -87.018 | 0.801 | -6.151 | -0.01 | 47.49 | -1.51 | G | Cumple |
| N535/N173 | 14.87 | 0.000 | -82.984 | -1.789 | 13.703 | 0.02 | 40.42 | -1.51 | G | Cumple |

B. Flechas

Referencias:

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

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

| 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) | |
| N169/N170 | 1.832 | 0.42 | 3.664 | 3.24 | 1.832 | 0.84 | 3.664 | 4.64 | |
| | 1.832 | L(>1000) | 3.664 | L(>1000) | 1.466 | L(>1000) | 3.664 | L(>1000) | |
| N171/N172 | 2.761 | 1.43 | 2.301 | 1.43 | 2.761 | 2.74 | 2.301 | 1.91 | |
| | 2.761 | L(>1000) | 2.301 | L(>1000) | 2.761 | L(>1000) | 1.841 | L(>1000) | |
| N170/N172 | 2.457 | 0.51 | 4.423 | 17.12 | 2.457 | 0.97 | 4.914 | 21.93 | |
| | 2.457 | L(>1000) | 4.423 | L/573.9 | 2.457 | L(>1000) | 4.423 | L/600.8 | |
| N172/N173 | 1.210 | 0.10 | 1.210 | 0.76 | 1.210 | 0.20 | 1.210 | 0.97 | |
| | 1.210 | L(>1000) | 1.210 | L(>1000) | 1.210 | L(>1000) | 1.210 | L(>1000) | |
| N174/N175 | 0.932 | 0.05 | 0.932 | 0.41 | 0.932 | 0.10 | 0.932 | 0.53 | |
| | 0.932 | L(>1000) | 0.932 | L(>1000) | 0.932 | L(>1000) | 0.932 | L(>1000) | |
| N173/N176 | 6.953 | 0.81 | 6.953 | 14.98 | 7.253 | 1.59 | 6.953 | 17.06 | |
| | 0.942 | L(>1000) | 6.953 | L/972.4 | 0.942 | L(>1000) | 6.953 | L/978.7 | |
| N175/N176 | 7.553 | 0.78 | 6.953 | 14.97 | 7.853 | 1.20 | 6.953 | 17.05 | |
| | 1.177 | L(>1000) | 6.953 | L/986.4 | 1.177 | L(>1000) | 6.953 | L/994.1 | |
| N177/N174 | 2.700 | 1.41 | 1.800 | 0.87 | 2.700 | 2.73 | 1.800 | 1.59 | |
| | 2.700 | L(>1000) | 1.800 | L(>1000) | 2.700 | L(>1000) | 1.800 | L(>1000) | |
| N178/N179 | 3.172 | 1.26 | 4.531 | 1.82 | 3.172 | 2.48 | 4.984 | 3.27 | |
| | 3.172 | L(>1000) | 5.438 | L(>1000) | 2.719 | L(>1000) | 5.891 | L(>1000) | |
| N174/N18 | 2.152 | 0.45 | 6.869 | 7.52 | 2.152 | 0.77 | 7.115 | 11.91 | |

| 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) |
| | 0 | 1.434 | L(>1000) | 7.606 | L(>1000) | 1.434 | L(>1000) | 7.606 |
| N179/N180 | 3.586 | 0.54 | 7.054 | 8.85 | 4.303 | 0.97 | 7.054 | 10.54 |
| | 4.542 | L(>1000) | 7.054 | L(>1000) | 2.869 | L(>1000) | 7.361 | L(>1000) |
| N530/N176 | 1.416 | 0.00 | 1.821 | 0.36 | 1.416 | 0.00 | 1.821 | 0.72 |
| | 1.416 | L(>1000) | 1.821 | L(>1000) | 1.416 | L(>1000) | 1.821 | L(>1000) |
| N530/N531 | 2.294 | 0.17 | 2.621 | 0.79 | 2.294 | 0.31 | 2.949 | 0.53 |
| | 2.294 | L(>1000) | 2.621 | L(>1000) | 2.294 | L(>1000) | 2.949 | L(>1000) |
| N532/N531 | 1.042 | 0.03 | 0.625 | 0.09 | 1.042 | 0.06 | 1.459 | 0.13 |
| | 1.042 | L(>1000) | 0.625 | L(>1000) | 1.042 | L(>1000) | 0.625 | L(>1000) |
| N532/N533 | 2.158 | 0.20 | 2.774 | 2.19 | 2.466 | 0.33 | 2.774 | 2.16 |
| | 2.158 | L(>1000) | 2.774 | L(>1000) | 2.466 | L(>1000) | 3.083 | L(>1000) |
| N534/N533 | 0.668 | 0.19 | 1.114 | 0.22 | 0.668 | 0.27 | 0.223 | 0.27 |
| | 0.668 | L(>1000) | 1.114 | L(>1000) | 0.668 | L(>1000) | 1.114 | L(>1000) |
| N534/N173 | 2.332 | 0.21 | 3.498 | 1.84 | 2.332 | 0.31 | 3.206 | 2.47 |
| | 2.332 | L(>1000) | 3.498 | L(>1000) | 2.332 | L(>1000) | 3.206 | L(>1000) |
| N535/N539 | 16.306 | 34.53 | 21.226 | 2.35 | 14.856 | 38.54 | 19.856 | 3.70 |
| | 16.306 | L/848.6 | 21.226 | L(>1000) | 16.596 | L/852.7 | 22.048 | L(>1000) |
| N536/N537 | 2.466 | 0.18 | 2.774 | 2.18 | 2.466 | 0.34 | 2.774 | 2.14 |
| | 2.466 | L(>1000) | 2.774 | L(>1000) | 2.466 | L(>1000) | 2.774 | L(>1000) |
| N538/N175 | 2.623 | 0.22 | 3.498 | 1.82 | 2.623 | 0.33 | 3.206 | 2.39 |
| | 2.623 | L(>1000) | 3.498 | L(>1000) | 2.623 | L(>1000) | 3.498 | L(>1000) |
| N538/N537 | 0.668 | 0.17 | 1.114 | 0.22 | 0.668 | 0.24 | 0.223 | 0.27 |
| | 0.668 | L(>1000) | 1.114 | L(>1000) | 0.668 | L(>1000) | 1.114 | L(>1000) |
| N536/N540 | 1.042 | 0.03 | 0.625 | 0.08 | 1.042 | 0.06 | 1.459 | 0.14 |
| | 1.042 | L(>1000) | 0.625 | L(>1000) | 1.042 | L(>1000) | 0.625 | L(>1000) |
| N530/N540 | 2.621 | 0.18 | 2.621 | 0.79 | 2.621 | 0.30 | 2.949 | 0.53 |
| | 2.621 | L(>1000) | 2.621 | L(>1000) | 2.294 | L(>1000) | 2.949 | L(>1000) |
| N541/N546 | 7.059 | 13.81 | 13.436 | 1.46 | 7.059 | 15.43 | 5.681 | 2.07 |
| | 7.059 | L(>1000) | 13.711 | L(>1000) | 7.059 | L(>1000) | 13.711 | L(>1000) |
| N542/N544 | 0.579 | 0.14 | 0.772 | 0.30 | 0.579 | 0.19 | 1.158 | 0.35 |
| | 0.579 | L(>1000) | 0.772 | L(>1000) | 0.579 | L(>1000) | 0.772 | L(>1000) |
| N542/N174 | 2.678 | 0.20 | 3.571 | 1.19 | 2.678 | 0.29 | 3.273 | 1.52 |
| | 2.678 | L(>1000) | 3.571 | L(>1000) | 2.678 | L(>1000) | 3.571 | L(>1000) |
| N543/N544 | 2.214 | 0.21 | 2.846 | 1.25 | 2.214 | 0.36 | 3.163 | 1.82 |
| | 2.214 | L(>1000) | 2.846 | L(>1000) | 2.214 | L(>1000) | 3.163 | L(>1000) |
| N543/N180 | 1.240 | 0.00 | 1.653 | 1.01 | 1.240 | 0.00 | 1.653 | 1.14 |
| | 1.240 | L(>1000) | 1.653 | L(>1000) | 1.240 | L(>1000) | 1.653 | L(>1000) |
| N545/N547 | 0.579 | 0.15 | 1.158 | 0.16 | 0.579 | 0.18 | 0.386 | 0.23 |
| | 0.579 | L(>1000) | 0.386 | L(>1000) | 0.579 | L(>1000) | 0.386 | L(>1000) |
| N543/N547 | 2.530 | 0.26 | 3.163 | 1.26 | 2.214 | 0.44 | 3.163 | 1.12 |
| | 2.530 | L(>1000) | 3.163 | L(>1000) | 2.530 | L(>1000) | 3.163 | L(>1000) |
| N545/N179a | 2.380 | 0.23 | 3.571 | 0.77 | 2.380 | 0.42 | 3.273 | 1.19 |
| | 2.380 | L(>1000) | 3.571 | L(>1000) | 2.380 | L(>1000) | 3.571 | L(>1000) |

C. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| 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 | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | |
| N169/N170 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumplido | x: 5.862 m $\eta = 1.6$ | x: 0 m $\eta = 9.5$ | x: 0 m $\eta = 26.3$ | x: 0 m $\eta = 2.3$ | x: 0 m $\eta = 6.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 27.3$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P.(1) | N.P.(2) | N.P.(2) | CUMPL E $\eta = 27.3$ |

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|--|------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-------------|---------------------|-------|-----------|--------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | N_t | N_c | M_y | M_z | V_z | V_y | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | $N M_y M_z$ | $N M_y M_z V_y V_z$ | M_t | $M_y V_z$ | |
| <p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) $N.P.$: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <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 esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> | | | | | | | | | | | | | | | |

2.3. UNIONES

2.3.1. Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

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

2. Pernos de anclaje

- Resistencia del material de los pernos:** Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- Anclaje de los pernos:** Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- Aplastamiento:** Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

- Tensiones globales:** En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- Flechas globales relativas:** Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- Tensiones locales:** Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

2.3.2. Medición

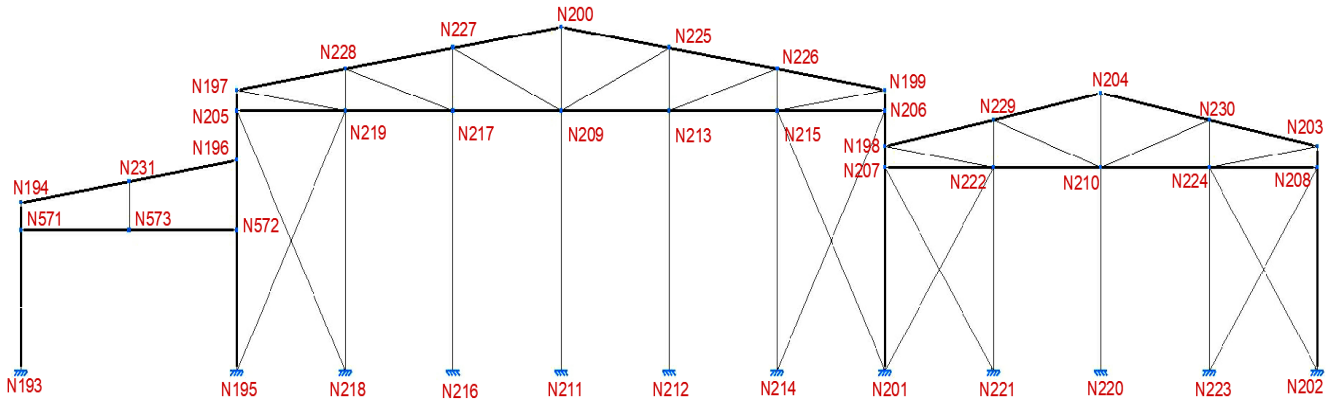
| Soldaduras | | | | |
|-------------------|------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|
| f_u (MPa) | Ejecución | Tipo | Espesor de garganta (mm) | Longitud de cordones (mm) |
| 410.0 | En taller | En ángulo | 4 | 12314 |
| | | | 5 | 114196 |
| | | A tope en bisel simple | 8 | 2710 |
| | | A tope en bisel simple con talón de raíz amplio | 7 | 1407 |
| | | | 8 | 17279 |
| | En el lugar de montaje | En ángulo | 5 | 6342 |
| | | | 6 | 80276 |

| Angulares | | | | |
|------------------|----------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Material | Tipo | Descripción (mm) | Longitud (mm) | Peso (kg) |
| S275 | Anclajes de tirantes | L80x8 | 1355 | 12.93 |
| | | | | Total |

| Elementos de tornillería | | | |
|---------------------------------|---------------|----------|--------------|
| Tipo | Material | Cantidad | Descripción |
| Tuercas | Clase 5 | 32 | ISO 4032-M20 |
| Arandelas | Dureza 200 HV | 16 | ISO 7089-20 |

| Placas de anclaje | | | | |
|-----------------------------------|------------------------|----------|----------------------------------|--------------|
| Material | Elementos | Cantidad | Dimensiones (mm) | Peso (kg) |
| S275 | Placa base | 7 | 300x450x18 | 133.53 |
| | | 19 | 500x500x18 | 671.17 |
| | | 36 | 550x550x20 | 1709.73 |
| | Rigidizadores pasantes | 14 | 450/270x100/0x5 | 19.78 |
| | | 38 | 500/270x150/40x7 | 130.19 |
| | | 72 | 550/290x150/25x7 | 262.11 |
| | Total | | | |
| B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado) | Pernos de anclaje | 28 | $\varnothing 16 - L = 504 + 155$ | 29.14 |
| | | 76 | $\varnothing 25 - L = 463 + 243$ | 206.70 |
| | | 144 | $\varnothing 25 - L = 565 + 243$ | 448.24 |
| | Total | | | |

3. PÓRTICO HASTIAL



3.1.GEOMETRÍA

3.1.1. Nudos

Referencias:

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

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

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.
-

| Referencia | Nudos | | | | | | | | | |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | Δ_x | Δ_y | Δ_z | θ_x | θ_y | θ_z | |
| N193 | 90.000 | 0.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N194 | 90.000 | 0.000 | 6.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N195 | 90.000 | 10.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N196 | 90.000 | 10.000 | 7.500 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N197 | 90.000 | 10.000 | 10.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N198 | 90.000 | 40.000 | 8.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N199 | 90.000 | 40.000 | 10.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N200 | 90.000 | 25.000 | 12.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N201 | 90.000 | 40.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N202 | 90.000 | 60.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N203 | 90.000 | 60.000 | 8.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N204 | 90.000 | 50.000 | 9.875 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N205 | 90.000 | 10.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N206 | 90.000 | 40.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N207 | 90.000 | 40.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N208 | 90.000 | 60.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N209 | 90.000 | 25.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N210 | 90.000 | 50.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N211 | 90.000 | 25.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N212 | 90.000 | 30.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N213 | 90.000 | 30.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

| Nudos | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|--------|--------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas | | | Vinculación exterior | | | | | | Vinculación interior |
| | X (m) | Y (m) | Z (m) | Δ_x | Δ_y | Δ_z | θ_x | θ_y | θ_z | |
| N214 | 90.000 | 35.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N215 | 90.000 | 35.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N216 | 90.000 | 20.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N217 | 90.000 | 20.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N218 | 90.000 | 15.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N219 | 90.000 | 15.000 | 9.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N220 | 90.000 | 50.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N221 | 90.000 | 45.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N222 | 90.000 | 45.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N223 | 90.000 | 55.000 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N224 | 90.000 | 55.000 | 7.250 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N225 | 90.000 | 30.000 | 11.500 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N226 | 90.000 | 35.000 | 10.750 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N227 | 90.000 | 20.000 | 11.500 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N228 | 90.000 | 15.000 | 10.750 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N229 | 90.000 | 45.000 | 8.938 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N230 | 90.000 | 55.000 | 8.938 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N231 | 90.000 | 5.000 | 6.750 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N571 | 90.000 | 0.000 | 5.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N572 | 90.000 | 10.000 | 5.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N573 | 90.000 | 5.000 | 5.000 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

3.1.2. Barras

A. Materiales utilizados

| Materiales utilizados | | | | | | | |
|---|-------------|-----------|-------|----------|--------|------------|----------|
| Material | | E | ν | G | f_y | α_t | γ |
| Tipo | Designación | (MPa) | | (MPa) | (MPa) | (m/m°C) | (kN/m³) |
| Acero laminado | S275 | 210000.00 | 0.300 | 81000.00 | 275.00 | 0.000012 | 77.01 |
| Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>ν</i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i>f_y</i> : Límite elástico <i>α_t</i> : Coeficiente de dilatación <i>γ</i> : Peso específico | | | | | | | |

B. Descripción

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil (Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup} (m) | Lb _{Inf} (m) |
| Tipo | Designación | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| Acero laminado | S275 | N193/N571 | N193/N194 | IPE 270 (IPE) | - | 4.960 | 0.040 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N571/N194 | N193/N194 | IPE 270 (IPE) | 0.040 | 0.823 | 0.137 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N194/N231 | N194/N196 | IPE 270 (IPE) | 0.137 | 4.807 | 0.112 | 0.09 | 0.09 | - | - |
| | | N231/N196 | N194/N196 | IPE 270 (IPE) | 0.112 | 4.787 | 0.157 | 0.09 | 0.09 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup} (m) | Lb _{Inf} (m) |
| Tipo | Designación | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| | | N197/N228 | N197/N200 | IPE 120 (IPE) | 0.205 | 4.710 | 0.141 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N228/N227 | N197/N200 | IPE 120 (IPE) | 0.141 | 4.804 | 0.111 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N227/N200 | N197/N200 | IPE 120 (IPE) | 0.111 | 4.894 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N199/N226 | N199/N200 | IPE 120 (IPE) | 0.205 | 4.710 | 0.141 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N226/N225 | N199/N200 | IPE 120 (IPE) | 0.141 | 4.804 | 0.111 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N225/N202 | N199/N200 | IPE 120 (IPE) | 0.111 | 4.894 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N202/N208 | N202/N203 | HE 280 A (HEA) | - | 7.200 | 0.050 | 0.70 | 0.70 | - | - |
| | | N208/N219 | N202/N203 | HE 280 A (HEA) | 0.050 | 0.638 | 0.062 | 0.70 | 0.70 | - | - |
| | | N198/N229 | N198/N204 | IPE 120 (IPE) | 0.183 | 4.781 | 0.123 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N229/N203 | N198/N204 | IPE 120 (IPE) | 0.123 | 4.913 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N203/N230 | N203/N204 | IPE 120 (IPE) | 0.183 | 4.781 | 0.123 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N230/N205 | N203/N204 | IPE 120 (IPE) | 0.123 | 4.913 | 0.051 | 0.00 | 1.00 | - | - |
| | | N205/N219 | N205/N206 | IPE 300 (IPE) | 0.155 | 4.440 | 0.405 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N219/N217 | N205/N206 | IPE 300 (IPE) | 0.405 | 4.386 | 0.209 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N217/N209 | N205/N206 | IPE 300 (IPE) | 0.209 | 4.644 | 0.147 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N209/N213 | N205/N206 | IPE 300 (IPE) | 0.147 | 4.644 | 0.209 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N213/N215 | N205/N206 | IPE 300 (IPE) | 0.209 | 4.386 | 0.405 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N215/N207 | N205/N206 | IPE 300 (IPE) | 0.405 | 4.545 | 0.050 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N207/N222 | N207/N208 | IPE 270 (IPE) | 0.050 | 4.545 | 0.405 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N222/N210 | N207/N208 | IPE 270 (IPE) | 0.405 | 4.407 | 0.188 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N210/N224 | N207/N208 | IPE 270 (IPE) | 0.188 | 4.407 | 0.405 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N224/N219 | N207/N208 | IPE 270 (IPE) | 0.405 | 4.460 | 0.135 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N195/N57 | N195/N197 | HE 320 A (HEA) | - | 5.000 | - | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N572/N196 | N195/N197 | HE 320 A (HEA) | - | 2.363 | 0.137 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N196/N205 | N195/N197 | HE 320 A (HEA) | 0.137 | 1.613 | - | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N205/N201 | N195/N197 | HE 320 A (HEA) | - | 0.689 | 0.061 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N201/N207 | N201/N199 | HE 300 A (HEA) | - | 7.200 | 0.050 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N207/N198 | N201/N199 | HE 300 A (HEA) | 0.050 | 0.638 | 0.062 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N198/N206 | N201/N199 | HE 300 A (HEA) | 0.062 | 1.138 | 0.050 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N206/N199 | N201/N199 | HE 300 A (HEA) | 0.050 | 0.639 | 0.061 | 0.70 | 2.00 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------------|------------|----------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Material | | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup} (m) | Lb _{Inf} (m) |
| Tipo | Designación | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| | | N218/N205 | N218/N205 | R 20 (R) | - | 10.189 | 0.326 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N195/N219 | N195/N219 | R 20 (R) | 0.326 | 10.125 | 0.064 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N201/N215 | N201/N215 | R 20 (R) | - | 10.451 | 0.064 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N214/N206 | N214/N206 | R 20 (R) | - | 10.458 | 0.057 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N221/N207 | N221/N207 | R 20 (R) | - | 8.746 | 0.061 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N201/N222 | N201/N222 | R 20 (R) | - | 8.740 | 0.067 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N202/N224 | N202/N224 | R 20 (R) | 0.238 | 8.502 | 0.067 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N223/N208 | N223/N208 | R 20 (R) | - | 8.569 | 0.238 | 0.00 | 0.00 | - | - |
| | | N209/N225 | N209/N225 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.055 | 5.317 | 0.111 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N213/N226 | N213/N226 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 5.026 | 0.141 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N215/N199 | N215/N199 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.041 | 4.810 | 0.205 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N209/N227 | N209/N227 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.055 | 5.317 | 0.111 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N217/N228 | N217/N228 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 5.026 | 0.141 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N219/N197 | N219/N197 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.800 | 0.205 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N222/N198 | N222/N198 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.822 | 0.183 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N210/N229 | N210/N229 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 5.101 | 0.123 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N210/N230 | N210/N230 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.053 | 5.101 | 0.123 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N224/N203 | N224/N203 | # 120x4 (Huecos cuadrados) | 0.051 | 4.822 | 0.183 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N571/N573 | N571/N572 | IPE 270 (IPE) | 0.135 | 4.755 | 0.110 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N573/N572 | N571/N572 | IPE 270 (IPE) | 0.110 | 4.735 | 0.155 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N573/N231 | N573/N231 | IPE 220 (IPE) | - | 1.613 | 0.137 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N218/N219 | N218/N219 | IPE 360 (IPE) | - | 9.189 | 0.061 | 0.70 | 2.00 | - | - |
| | | N219/N228 | N219/N228 | # 100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.376 | 0.063 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| | | N216/N217 | N216/N217 | IPE 360 (IPE) | - | 9.187 | 0.063 | 0.70 | 2.00 | - | - |

| Descripción | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------------------|------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------------------|--------------------------|
| Material Tipo | Designación | Barra (Ni/Nf) | Pieza (Ni/Nf) | Perfil(Serie) | Longitud (m) | | | β_{xy} | β_{xz} | Lb _{Sup} (m) | Lb _{Inf} (m) |
| | | | | | Indeformable origen | Deformable | Indeformable extremo | | | | |
| | | N217/N22 7 | N217/N22 7 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.063 | 2.121 | 0.066 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |
| | | N211/N20 9 | N211/N20 9 | IPE 360 (IPE) | - | 9.184 | 0.066 | 0.7 0 | 2.0 0 | - | - |
| | | N209/N20 0 | N209/N20 0 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.066 | 2.873 | 0.061 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |
| | | N212/N21 3 | N212/N21 3 | IPE 360 (IPE) | - | 9.187 | 0.063 | 0.7 0 | 2.0 0 | - | - |
| | | N213/N22 5 | N213/N22 5 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.063 | 2.121 | 0.066 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |
| | | N214/N21 5 | N214/N21 5 | IPE 360 (IPE) | - | 9.189 | 0.061 | 0.7 0 | 2.0 0 | - | - |
| | | N215/N22 6 | N215/N22 6 | IPE 360 (IPE) | 0.061 | 1.376 | 0.063 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |
| | | N221/N22 2 | N221/N22 2 | IPE 270 (IPE) | - | 7.189 | 0.061 | 0.7 0 | 2.0 0 | - | - |
| | | N222/N22 9 | N222/N22 9 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.563 | 0.064 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |
| | | N220/N21 0 | N220/N21 0 | IPE 270 (IPE) | - | 7.186 | 0.064 | 0.7 0 | 2.0 0 | - | - |
| | | N210/N20 4 | N210/N20 4 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.064 | 2.499 | 0.062 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |
| | | N223/N22 4 | N223/N22 4 | IPE 270 (IPE) | - | 7.189 | 0.061 | 0.7 0 | 2.0 0 | - | - |
| | | N224/N23 0 | N224/N23 0 | #100x4 (Huecos cuadrados) | 0.061 | 1.563 | 0.064 | 1.0 0 | 1.0 0 | - | - |

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

3.2.RESULTADOS

3.2.3. Barras

A. Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (kN)

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

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

M_t: Momento torsor (kN·m)

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

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

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

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias

- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

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

| 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) | | |
| N193/N571 | 53.24 | 0.000 | -34.292 | 8.120 | -5.829 | 0.00 | -14.45 | 7.32 | GV | Cumple |
| N571/N194 | 28.49 | 0.040 | 17.861 | -7.483 | 16.457 | -0.02 | -4.31 | -6.00 | GV | Cumple |
| N194/N231 | 16.87 | 0.137 | 12.341 | 0.450 | 15.223 | 0.01 | 19.61 | 0.09 | GV | Cumple |
| N231/N196 | 25.30 | 4.899 | -0.472 | 0.164 | 19.632 | 0.02 | -31.84 | 0.04 | GV | Cumple |
| N197/N228 | 53.36 | 4.915 | 1.655 | -0.329 | -7.927 | 0.00 | 6.04 | 0.53 | GV | Cumple |
| N228/N227 | 54.15 | 4.945 | -8.723 | -0.385 | -7.037 | 0.00 | 5.51 | 0.60 | GV | Cumple |
| N227/N200 | 46.27 | 0.111 | -7.758 | 0.499 | 7.227 | 0.00 | 5.98 | 0.19 | GV | Cumple |
| N199/N226 | 55.52 | 4.915 | 1.297 | 0.342 | -7.990 | 0.00 | 6.19 | -0.58 | GV | Cumple |
| N226/N225 | 55.12 | 4.945 | -8.309 | 0.404 | -7.060 | 0.00 | 5.54 | -0.64 | GV | Cumple |
| N225/N200 | 46.27 | 0.111 | -7.755 | -0.498 | 7.227 | 0.00 | 5.98 | -0.19 | GV | Cumple |
| N202/N208 | 27.06 | 0.000 | -27.609 | 15.249 | -12.781 | 0.00 | -29.76 | 21.39 | GV | Cumple |
| N208/N203 | 7.83 | 0.050 | 8.048 | -8.051 | 6.585 | -0.09 | 11.12 | -5.02 | GV | Cumple |
| N198/N229 | 50.14 | 4.964 | 1.308 | -0.361 | -7.095 | 0.00 | 5.66 | 0.50 | GV | Cumple |
| N229/N204 | 46.73 | 0.123 | -0.714 | 0.628 | 7.185 | 0.00 | 5.94 | 0.33 | GV | Cumple |
| N203/N230 | 52.38 | 4.964 | 2.276 | 0.362 | -7.665 | 0.00 | 5.94 | -0.51 | GV | Cumple |
| N230/N204 | 48.13 | 0.123 | 0.644 | -0.630 | 7.508 | 0.00 | 6.16 | -0.33 | GV | Cumple |
| N205/N219 | 26.06 | 4.595 | -4.855 | 1.177 | -8.425 | -0.01 | 38.40 | -0.78 | GV | Cumple |
| N219/N217 | 28.66 | 0.405 | 15.680 | -1.290 | 12.893 | 0.02 | 40.12 | -1.03 | GV | Cumple |
| N217/N209 | 26.69 | 4.853 | 24.505 | 1.358 | 3.558 | 0.01 | -34.82 | -1.24 | GV | Cumple |
| N209/N213 | 25.79 | 0.147 | 29.113 | -1.439 | -3.903 | -0.01 | -31.88 | -1.42 | GV | Cumple |
| N213/N215 | 28.66 | 4.595 | 1.483 | 1.456 | -11.774 | -0.01 | 40.11 | -1.36 | GV | Cumple |
| N215/N206 | 26.20 | 0.405 | -15.191 | -1.093 | 8.500 | 0.00 | 38.41 | -0.58 | GV | Cumple |
| N207/N222 | 21.97 | 4.595 | -30.907 | 0.922 | -3.852 | 0.00 | 17.25 | -0.55 | GV | Cumple |
| N222/N210 | 23.06 | 4.812 | -4.569 | 0.954 | 9.720 | 0.01 | -26.01 | -0.55 | GV | Cumple |
| N210/N224 | 26.25 | 0.188 | 20.335 | -1.139 | -8.748 | -0.01 | -25.77 | -1.08 | GV | Cumple |
| N224/N208 | 14.16 | 0.405 | 11.009 | -1.148 | 2.808 | 0.00 | 12.57 | -0.85 | GV | Cumple |
| N195/N572 | 29.50 | 0.000 | -46.851 | 27.456 | 8.591 | 0.03 | 27.49 | 40.18 | GV | Cumple |
| N572/N196 | 16.74 | 2.363 | -37.068 | -19.954 | 8.475 | -0.06 | -26.22 | 17.58 | GV | Cumple |
| N196/N205 | 11.99 | 0.137 | -12.008 | 13.201 | 4.921 | 0.05 | 7.34 | 18.39 | GV | Cumple |
| N205/N197 | 4.26 | 0.000 | -0.078 | 2.875 | -16.326 | -0.07 | -14.82 | 1.45 | GV | Cumple |
| N201/N207 | 20.16 | 0.000 | -75.894 | -2.454 | -22.331 | 0.01 | -35.89 | -9.88 | GV | Cumple |
| N207/N198 | 6.91 | 0.688 | -16.870 | 7.340 | -1.884 | -0.05 | 6.57 | -7.60 | GV | Cumple |
| N198/N206 | 6.40 | 0.062 | -12.867 | -12.355 | 4.508 | 0.00 | 5.27 | -7.57 | GV | Cumple |
| N206/N199 | 5.68 | 0.050 | 5.918 | 4.652 | 5.368 | -0.13 | 2.83 | 7.88 | GV | Cumple |
| N218/N205 | 35.93 | 0.000 | 28.490 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N195/N219 | 19.30 | 0.326 | 15.304 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N201/N215 | 33.76 | 0.000 | 26.770 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N214/N206 | 20.16 | 0.000 | 15.987 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N221/N207 | 43.28 | 0.000 | 34.312 | 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) | | |
| N201/N222 | 25.62 | 0.000 | 20.315 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N202/N224 | 44.11 | 0.238 | 34.970 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N223/N208 | 26.74 | 0.000 | 21.202 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | GV | Cumple |
| N209/N225 | 25.21 | 2.381 | 12.197 | 0.360 | -0.264 | -1.70 | 0.55 | 4.03 | GV | Cumple |
| N213/N226 | 15.23 | 0.053 | 12.903 | -2.057 | -0.850 | -0.27 | -0.56 | -1.97 | GV | Cumple |
| N215/N199 | 23.49 | 0.041 | -11.107 | -1.964 | -0.769 | 0.10 | -0.71 | -3.03 | GV | Cumple |
| N209/N227 | 25.07 | 2.381 | 14.629 | -0.264 | -0.138 | 1.65 | 0.56 | -3.89 | GV | Cumple |
| N217/N228 | 14.12 | 0.053 | 13.887 | 1.891 | -0.890 | 0.28 | -0.61 | 1.66 | GV | Cumple |
| N219/N197 | 20.15 | 0.051 | 5.327 | 2.062 | -0.628 | -0.11 | -0.44 | 3.42 | GV | Cumple |
| N222/N198 | 17.33 | 0.051 | 18.873 | 1.414 | -0.574 | -0.16 | -0.35 | 2.35 | GV | Cumple |
| N210/N229 | 16.92 | 5.154 | 16.809 | -1.995 | 1.233 | -0.12 | -1.61 | 1.10 | GV | Cumple |
| N210/N230 | 16.49 | 2.604 | -12.220 | 0.054 | -0.231 | -0.01 | 0.46 | 1.62 | GV | Cumple |
| N224/N203 | 22.80 | 0.051 | -14.167 | -1.923 | -0.740 | 0.15 | -0.58 | -2.63 | GV | Cumple |
| N571/N573 | 13.37 | 0.135 | 18.438 | -1.956 | 1.246 | 0.00 | 0.11 | -2.99 | GV | Cumple |
| N573/N572 | 18.58 | 0.110 | 1.309 | 0.201 | -2.356 | 0.01 | -11.43 | 2.40 | GV | Cumple |
| N573/N231 | 19.98 | 1.210 | 2.957 | -2.439 | 9.364 | 0.00 | -7.99 | -1.36 | GV | Cumple |
| N218/N219 | 30.49 | 0.000 | -50.184 | 0.169 | -28.930 | -0.01 | -58.14 | 0.78 | GV | Cumple |
| N219/N228 | 27.17 | 0.061 | -22.065 | -0.242 | 2.183 | -0.01 | 2.78 | -0.02 | G | Cumple |
| N216/N217 | 44.26 | 0.000 | -34.209 | 0.188 | -34.489 | -0.02 | -99.79 | 0.84 | GV | Cumple |
| N217/N227 | 84.94 | 0.063 | -11.846 | -0.311 | 3.568 | -0.31 | 10.80 | -0.18 | GV | Cumple |
| N211/N209 | 49.71 | 0.000 | -18.420 | -0.017 | 34.492 | 0.00 | 123.70 | -0.07 | GV | Cumple |
| N209/N200 | 76.20 | 0.066 | -8.837 | 0.540 | 1.329 | -0.04 | 9.43 | 0.46 | GV | Cumple |
| N212/N213 | 41.36 | 0.000 | -15.098 | -0.040 | 31.890 | -0.02 | 103.05 | -0.15 | GV | Cumple |
| N213/N225 | 77.04 | 0.063 | -8.810 | 0.065 | 3.056 | 0.29 | 10.00 | -0.05 | GV | Cumple |
| N214/N215 | 30.34 | 0.000 | -60.690 | -0.294 | -24.146 | 0.01 | -51.26 | -1.36 | GV | Cumple |
| N215/N226 | 11.24 | 0.061 | -24.702 | -0.039 | 16.659 | 0.00 | 23.85 | -0.50 | G | Cumple |
| N221/N222 | 32.30 | 0.000 | -9.206 | 0.021 | 20.527 | 0.00 | 37.57 | 0.06 | GV | Cumple |
| N222/N229 | 29.26 | 0.061 | 1.445 | 0.964 | -5.028 | -0.44 | -3.49 | 0.48 | GV | Cumple |
| N220/N210 | 39.97 | 0.000 | -19.966 | -0.185 | -23.309 | 0.00 | -41.28 | -0.72 | GV | Cumple |
| N210/N204 | 26.08 | 2.563 | 1.977 | -1.569 | 3.926 | 0.06 | -0.80 | 2.72 | GV | Cumple |
| N223/N224 | 48.17 | 0.000 | -49.253 | -0.239 | -27.029 | 0.00 | -40.63 | -0.84 | GV | Cumple |
| N224/N230 | 28.90 | 0.061 | 5.397 | 0.732 | -5.447 | 0.40 | -3.48 | 0.30 | GV | Cumple |

B. Flechas

Referencias:

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

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

b.

| 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) |
|---------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|
| N193/N19 4 | 2.728 2.728 | 6.27 L/869.1 | 2.976 1.488 | 0.80 L/(>1000) | 2.728 2.728 | 11.61 L/869.9 | 2.232 1.488 | 1.37 L/(>1000) |
| N195/N19 6 | 4.000 4.000 | 3.40 L/(>1000) | 5.000 5.000 | 0.75 L/(>1000) | 4.250 4.000 | 5.26 L/(>1000) | 5.000 5.000 | 1.23 L/(>1000) |
| N196/N19 7 | 0.807 0.807 | 0.21 L/(>1000) | 1.210 1.613 | 0.11 L/(>1000) | 1.008 1.008 | 0.39 L/(>1000) | 1.613 1.613 | 0.19 L/(>1000) |
| N198/N19 9 | 1.137 1.138 | 0.09 L/(>1000) | 1.138 1.138 | 0.03 L/(>1000) | 0.948 1.188 | 0.14 L/(>1000) | 1.138 1.138 | 0.06 L/(>1000) |
| N201/N19 8 | 1.800 1.800 | 0.55 L/(>1000) | 4.500 4.500 | 1.32 L/(>1000) | 1.800 1.800 | 0.92 L/(>1000) | 3.600 1.800 | 2.08 L/(>1000) |
| N202/N20 3 | 4.050 4.050 | 3.13 L/(>1000) | 4.050 4.050 | 1.06 L/(>1000) | 4.050 4.050 | 3.76 L/(>1000) | 4.500 4.050 | 1.67 L/(>1000) |
| N205/N20 6 | 27.117 1.942 | 0.68 L/(>1000) | 14.199 14.199 | 34.99 L/599.4 | 27.970 1.942 | 0.39 L/(>1000) | 14.488 14.199 | 64.70 L/605.8 |
| N207/N20 8 | 17.180 17.180 | 0.80 L/(>1000) | 9.951 9.951 | 8.27 L/(>1000) | 1.704 17.180 | 0.47 L/(>1000) | 9.951 9.951 | 15.23 L/(>1000) |
| N209/N20 0 | 1.847 1.847 | 0.70 L/(>1000) | 1.231 1.231 | 9.54 L/301.1 | 1.847 1.847 | 1.38 L/(>1000) | 1.231 1.231 | 17.06 L/324.5 |
| N210/N20 4 | 1.666 1.666 | 0.97 L/(>1000) | 1.250 1.250 | 2.57 L/971.9 | 1.666 1.666 | 1.10 L/(>1000) | 1.250 1.250 | 4.77 L/(>1000) |
| N211/N20 9 | 2.296 2.296 | 0.67 L/(>1000) | 2.755 2.755 | 4.88 L/(>1000) | 2.296 2.296 | 1.07 L/(>1000) | 2.755 2.755 | 8.97 L/(>1000) |
| N212/N21 3 | 7.350 7.350 | 0.59 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 3.11 L/(>1000) | 2.297 1.837 | 1.00 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 5.27 L/(>1000) |
| N214/N21 5 | 1.838 1.838 | 0.58 L/(>1000) | 5.973 5.973 | 4.18 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 0.97 L/(>1000) | 5.973 5.054 | 6.20 L/(>1000) |
| N216/N21 7 | 2.297 2.297 | 0.70 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 3.10 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 0.99 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 5.14 L/(>1000) |
| N218/N21 9 | 2.297 2.297 | 0.67 L/(>1000) | 5.513 5.513 | 3.53 L/(>1000) | 2.297 2.297 | 0.99 L/(>1000) | 5.973 5.973 | 4.83 L/(>1000) |
| N220/N21 0 | 1.797 1.797 | 0.59 L/(>1000) | 4.491 4.491 | 2.59 L/(>1000) | 1.797 1.797 | 0.95 L/(>1000) | 4.940 4.491 | 3.90 L/(>1000) |
| N221/N22 2 | 1.797 1.797 | 0.52 L/(>1000) | 4.044 4.044 | 3.57 L/(>1000) | 1.348 1.797 | 0.85 L/(>1000) | 4.493 4.044 | 5.46 L/(>1000) |
| N223/N22 4 | 5.392 5.392 | 0.61 L/(>1000) | 4.044 4.044 | 4.35 L/(>1000) | 1.797 5.841 | 0.87 L/(>1000) | 4.493 4.044 | 6.46 L/(>1000) |
| N213/N22 5 | 1.273 1.273 | 0.23 L/(>1000) | 0.848 0.848 | 4.63 L/458.5 | 1.273 1.273 | 0.17 L/(>1000) | 0.848 0.848 | 8.39 L/498.4 |
| N215/N22 6 | 0.917 0.917 | 0.06 L/(>1000) | 0.688 0.688 | 0.08 L/(>1000) | 0.917 0.917 | 0.04 L/(>1000) | 0.688 0.688 | 0.11 L/(>1000) |
| N217/N22 7 | 1.273 1.273 | 0.24 L/(>1000) | 0.848 0.848 | 4.89 L/433.6 | 1.273 1.273 | 0.17 L/(>1000) | 0.848 0.848 | 8.68 L/472.0 |
| N219/N22 8 | 0.917 0.917 | 0.12 L/(>1000) | 0.459 0.459 | 0.59 L/(>1000) | 0.917 0.917 | 0.08 L/(>1000) | 0.688 0.688 | 0.88 L/(>1000) |
| N222/N22 9 | 0.977 0.977 | 0.13 L/(>1000) | 0.781 0.781 | 0.49 L/(>1000) | 0.977 1.172 | 0.24 L/(>1000) | 0.586 0.586 | 0.74 L/(>1000) |
| N224/N23 0 | 0.977 0.977 | 0.19 L/(>1000) | 0.781 0.781 | 0.37 L/(>1000) | 0.977 0.977 | 0.11 L/(>1000) | 0.586 0.781 | 0.55 L/(>1000) |
| N218/N20 5 | 6.368 - | 0.00 L/(>1000) | 8.278 - | 0.00 L/(>1000) | 9.552 - | 0.00 L/(>1000) | 5.731 - | 0.00 L/(>1000) |
| N195/N21 9 | 5.695 - | 0.00 L/(>1000) | 8.226 - | 0.00 L/(>1000) | 5.695 - | 0.00 L/(>1000) | 8.226 - | 0.00 L/(>1000) |

| 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) |
| | N201/N215 | 9.145 - | 0.00 L/(>1000) | 8.491 - | 0.00 L/(>1000) | 9.145 - | 0.00 L/(>1000) | 9.798 - |
| N214/N206 | 7.843 - | 0.00 L/(>1000) | 8.497 - | 0.00 L/(>1000) | 7.843 - | 0.00 L/(>1000) | 9.151 - | 0.00 L/(>1000) |
| N221/N207 | 7.653 - | 0.00 L/(>1000) | 7.653 - | 0.00 L/(>1000) | 8.199 - | 0.00 L/(>1000) | 7.653 - | 0.00 L/(>1000) |
| N201/N222 | 7.647 - | 0.00 L/(>1000) | 8.194 - | 0.00 L/(>1000) | 7.647 - | 0.00 L/(>1000) | 8.194 - | 0.00 L/(>1000) |
| N202/N224 | 6.376 - | 0.00 L/(>1000) | 7.971 - | 0.00 L/(>1000) | 6.376 - | 0.00 L/(>1000) | 7.971 - | 0.00 L/(>1000) |
| N223/N208 | 8.033 - | 0.00 L/(>1000) | 7.498 - | 0.00 L/(>1000) | 5.356 - | 0.00 L/(>1000) | 7.498 - | 0.00 L/(>1000) |
| N231/N196 | 2.633 2.633 | 0.35 L/(>1000) | 1.436 1.436 | 1.29 L/(>1000) | 2.633 2.633 | 0.70 L/(>1000) | 1.436 1.675 | 1.71 L/(>1000) |
| N194/N231 | 2.163 2.163 | 0.71 L/(>1000) | 3.125 3.125 | 1.15 L/(>1000) | 2.163 2.163 | 1.11 L/(>1000) | 3.125 2.884 | 1.69 L/(>1000) |
| N228/N227 | 1.681 1.681 | 4.09 L/871.7 | 2.402 2.402 | 4.89 L/981.7 | 1.681 1.681 | 7.55 L/872.4 | 2.402 2.402 | 8.49 L/991.6 |
| N227/N200 | 2.202 2.202 | 7.10 L/689.3 | 2.447 2.447 | 6.63 L/738.6 | 2.202 2.202 | 13.25 L/691.5 | 2.447 2.447 | 10.35 L/754.6 |
| N197/N228 | 1.648 4.003 | 2.48 L/(>1000) | 2.355 2.355 | 4.63 L/(>1000) | 3.768 4.003 | 3.51 L/(>1000) | 2.355 2.355 | 8.73 L/(>1000) |
| N199/N226 | 3.532 4.003 | 2.66 L/(>1000) | 2.355 2.355 | 4.83 L/974.9 | 3.768 4.003 | 4.37 L/(>1000) | 2.355 2.355 | 8.88 L/987.4 |
| N226/N225 | 1.681 1.681 | 4.58 L/790.1 | 2.402 2.402 | 4.85 L/989.8 | 1.681 1.681 | 8.50 L/805.7 | 2.402 2.402 | 8.55 L/990.4 |
| N225/N200 | 2.202 2.202 | 7.19 L/681.0 | 2.447 2.447 | 6.63 L/738.3 | 2.202 2.202 | 13.34 L/684.0 | 2.447 2.447 | 10.35 L/753.0 |
| N198/N229 | 1.912 1.912 | 2.35 L/(>1000) | 2.391 2.391 | 4.74 L/(>1000) | 1.912 1.912 | 4.69 L/(>1000) | 2.391 2.391 | 8.54 L/(>1000) |
| N229/N204 | 2.211 2.211 | 6.30 L/779.4 | 2.457 2.457 | 5.58 L/880.9 | 2.211 2.211 | 11.69 L/781.7 | 2.457 2.457 | 10.04 L/898.8 |
| N203/N230 | 1.912 1.912 | 4.59 L/886.8 | 2.391 2.391 | 5.01 L/954.8 | 1.912 1.912 | 6.80 L/900.2 | 2.391 2.391 | 9.07 L/975.4 |
| N230/N204 | 2.211 2.211 | 6.10 L/805.2 | 2.457 2.457 | 7.51 L/653.9 | 2.211 2.211 | 11.54 L/811.1 | 2.457 2.457 | 11.25 L/663.6 |
| N209/N225 | 2.326 2.326 | 9.92 L/536.0 | 2.991 2.991 | 1.23 L/(>1000) | 2.326 2.326 | 18.39 L/555.8 | 3.323 3.323 | 0.37 L/(>1000) |
| N213/N226 | 2.513 2.513 | 2.35 L/(>1000) | 2.513 2.513 | 0.78 L/(>1000) | 2.764 2.764 | 4.21 L/(>1000) | 1.508 1.508 | 0.18 L/(>1000) |
| N215/N199 | 1.804 1.804 | 1.52 L/(>1000) | 2.706 2.706 | 0.64 L/(>1000) | 1.503 1.804 | 2.55 L/(>1000) | 3.307 3.307 | 0.37 L/(>1000) |
| N209/N227 | 2.326 2.326 | 10.57 L/502.9 | 2.991 2.991 | 1.23 L/(>1000) | 2.326 2.326 | 19.10 L/522.0 | 3.323 3.323 | 0.38 L/(>1000) |
| N217/N228 | 2.513 2.513 | 2.18 L/(>1000) | 2.764 2.764 | 0.97 L/(>1000) | 2.513 2.513 | 3.86 L/(>1000) | 3.267 3.267 | 0.28 L/(>1000) |
| N219/N197 | 1.500 1.500 | 1.43 L/(>1000) | 2.700 2.700 | 0.67 L/(>1000) | 1.500 1.800 | 2.47 L/(>1000) | 3.300 3.000 | 0.37 L/(>1000) |

| 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) |
| N222/N198 | 1.205 | 0.74 | 2.411 | 0.56 | 1.205 | 1.19 | 3.315 | 0.42 |
| | 1.205 | L(>1000) | 2.411 | L(>1000) | 1.205 | L(>1000) | 3.315 | L(>1000) |
| N210/N229 | 2.551 | 3.01 | 2.869 | 0.85 | 2.551 | 5.91 | 3.507 | 0.70 |
| | 2.551 | L(>1000) | 2.869 | L(>1000) | 2.551 | L(>1000) | 3.507 | L(>1000) |
| N210/N230 | 2.551 | 3.34 | 2.869 | 1.06 | 2.551 | 6.09 | 3.507 | 0.35 |
| | 2.551 | L(>1000) | 2.869 | L(>1000) | 2.551 | L(>1000) | 3.507 | L(>1000) |
| N224/N203 | 3.375 | 0.67 | 2.652 | 0.69 | 1.205 | 0.95 | 3.375 | 0.35 |
| | 0.723 | L(>1000) | 2.652 | L(>1000) | 0.723 | L(>1000) | 3.375 | L(>1000) |
| N571/N572 | 5.457 | 8.68 | 4.865 | 4.89 | 5.161 | 11.33 | 4.865 | 8.09 |
| | 5.457 | L(>1000) | 4.865 | L(>1000) | 5.161 | L(>1000) | 4.865 | L(>1000) |
| N573/N231 | 0.806 | 0.85 | 1.008 | 0.24 | 0.806 | 1.35 | 1.008 | 0.36 |
| | 0.806 | L(>1000) | 1.008 | L(>1000) | 0.806 | L(>1000) | 1.008 | L(>1000) |

C. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | Estado | |
|-----------|-----------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|--|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | N_t | N_c | M_y | M_z | V_z | V_y | M_{Vz} | M_{Vy} | NM_yM_z | $NM_zM_yV_z$ | M_t | M_{Vz} | | M_{Vy} |
| N193/N571 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.96 m $\eta = 1.5$ | x: 0 m $\eta = 13.1$ | x: 0 m $\eta = 11.4$ | x: 0 m $\eta = 41.2$ | x: 0 m $\eta = 3.2$ | x: 4.96 m $\eta = 2.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 53.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 3.2$ | x: 4.96 m $\eta = 2.6$ | CUMPL E $\eta = 53.2$ |
| N571/N194 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 0.862 m $\eta = 1.6$ | x: 0.04 m $\eta = 1.6$ | x: 0.863 m $\eta = 15.1$ | x: 0.04 m $\eta = 23.6$ | x: 0.04 m $\eta = 5.9$ | x: 0.04 m $\eta = 1.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.04 m $\eta = 28.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 1.1$ | x: 0.04 m $\eta = 5.9$ | x: 0.04 m $\eta = 1.7$ | CUMPL E $\eta = 28.5$ |
| N194/N231 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.943 m $\eta = 1.1$ | x: 0.137 m $\eta = 1.9$ | x: 0.137 m $\eta = 15.5$ | x: 4.944 m $\eta = 2.1$ | x: 0.137 m $\eta = 4.6$ | x: 0.137 m $\eta = 0.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.137 m $\eta = 16.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 0.137 m $\eta = 4.6$ | x: 0.137 m $\eta = 0.2$ | CUMPL E $\eta = 16.9$ |
| N231/N196 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.898 m $\eta = 1.4$ | x: 0.112 m $\eta = 1.5$ | x: 4.899 m $\eta = 25.1$ | x: 0.112 m $\eta = 2.5$ | x: 4.899 m $\eta = 5.9$ | x: 0.112 m $\eta = 0.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 4.899 m $\eta = 25.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.7$ | x: 4.899 m $\eta = 5.9$ | x: 0.112 m $\eta = 0.2$ | CUMPL E $\eta = 25.3$ |
| N197/N228 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.914 m $\eta = 0.5$ | x: 0.205 m $\eta = 4.2$ | x: 0.205 m $\eta = 40.2$ | x: 4.915 m $\eta = 21.0$ | x: 0.205 m $\eta = 8.4$ | x: 0.205 m $\eta = 0.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 4.915 m $\eta = 53.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 0.205 m $\eta = 8.5$ | x: 0.205 m $\eta = 0.3$ | CUMPL E $\eta = 53.4$ |
| N228/N227 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.944 m $\eta = 0.4$ | x: 0.141 m $\eta = 7.7$ | x: 0.141 m $\eta = 38.2$ | x: 4.945 m $\eta = 19.8$ | x: 0.141 m $\eta = 8.0$ | x: 4.944 m $\eta = 0.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 4.945 m $\eta = 54.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 1.2$ | x: 0.141 m $\eta = 8.0$ | x: 4.944 m $\eta = 0.4$ | CUMPL E $\eta = 54.2$ |
| N227/N200 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 5.004 m $\eta = 3.3$ | x: 0.111 m $\eta = 4.6$ | x: 0.111 m $\eta = 37.6$ | x: 2.069 m $\eta = 8.6$ | x: 0.111 m $\eta = 7.6$ | x: 0.111 m $\eta = 0.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.111 m $\eta = 46.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 0.111 m $\eta = 7.6$ | x: 0.111 m $\eta = 0.5$ | CUMPL E $\eta = 46.3$ |
| N199/N226 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.914 m $\eta = 0.4$ | x: 0.205 m $\eta = 4.9$ | x: 0.205 m $\eta = 39.3$ | x: 4.915 m $\eta = 21.4$ | x: 4.915 m $\eta = 8.4$ | x: 0.205 m $\eta = 0.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 4.915 m $\eta = 55.5$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽²⁾ | N.P. ⁽²⁾ | CUMPL E $\eta = 55.5$ |
| N226/N225 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.944 m $\eta = 0.5$ | x: 0.141 m $\eta = 6.5$ | x: 0.141 m $\eta = 37.7$ | x: 4.945 m $\eta = 20.5$ | x: 0.141 m $\eta = 7.9$ | x: 4.944 m $\eta = 0.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 4.945 m $\eta = 55.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 1.1$ | x: 0.141 m $\eta = 8.0$ | x: 4.944 m $\eta = 0.4$ | CUMPL E $\eta = 55.1$ |
| N225/N200 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 5.004 m $\eta = 3.1$ | x: 0.111 m $\eta = 4.6$ | x: 0.111 m $\eta = 37.6$ | x: 2.069 m $\eta = 8.7$ | x: 0.111 m $\eta = 7.6$ | x: 0.111 m $\eta = 0.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.111 m $\eta = 46.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 0.111 m $\eta = 7.6$ | x: 0.111 m $\eta = 0.5$ | CUMPL E $\eta = 46.3$ |
| N202/N208 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 7.199 m $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 3.2$ | x: 0 m $\eta = 10.6$ | x: 0 m $\eta = 15.8$ | x: 0 m $\eta = 3.0$ | x: 0 m $\eta = 1.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 27.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0 m $\eta = 3.0$ | x: 0 m $\eta = 1.3$ | CUMPL E $\eta = 27.1$ |
| N208/N203 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 0.687 m $\eta = 0.3$ | x: 0.05 m $\eta = 0.3$ | x: 0.05 m $\eta = 3.8$ | x: 0.05 m $\eta = 5.2$ | x: 0.688 m $\eta = 3.2$ | x: 0.05 m $\eta = 0.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.05 m $\eta = 7.8$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 2.3$ | x: 0.688 m $\eta = 3.3$ | x: 0.05 m $\eta = 0.9$ | CUMPL E $\eta = 7.8$ |
| N198/N229 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 4.963 m $\eta = 2.5$ | x: 0.183 m $\eta = 2.5$ | x: 4.964 m $\eta = 35.6$ | x: 4.964 m $\eta = 15.8$ | x: 0.183 m $\eta = 7.6$ | x: 0.183 m $\eta = 0.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 4.964 m $\eta = 50.1$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾ | N.P. ⁽²⁾ | N.P. ⁽²⁾ | CUMPL E $\eta = 50.1$ |
| N229/N204 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple | x: 5.035 m $\eta = 1.3$ | x: 0.123 m $\eta = 4.0$ | x: 0.123 m $\eta = 37.4$ | x: 5.036 m $\eta = 10.7$ | x: 5.036 m $\eta = 7.6$ | x: 0.123 m $\eta = 0.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.123 m $\eta = 46.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 5.036 m $\eta = 7.6$ | x: 0.123 m $\eta = 0.6$ | CUMPL E $\eta = 46.7$ |

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|-----------|-----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------------|--------------|----------------------------------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | N_t | N_c | M_y | M_z | V_z | V_y | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | $N M_y M_z$ | $N M_y M_z V_z$ | M_t | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | |
| N224/N230 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumplido | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | x: 1.623 m $\eta = 4.1$ | x: 0.061 m $\eta = 6.0$ | x: 0.061 m $\eta = 25.3$ | x: 1.624 m $\eta = 7.3$ | x: 0.061 m $\eta = 4.9$ | $\eta = 0.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.061 m $\eta = 28.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 3.6$ | x: 0.061 m $\eta = 5.1$ | $\eta = 0.8$ | CUMPLIDO $\eta = 28.9$ |

3.3. UNIONES

3.3.1. Comprobaciones en placas de anclaje

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

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

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

2. Pernos de anclaje

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

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

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

3. Placa de anclaje

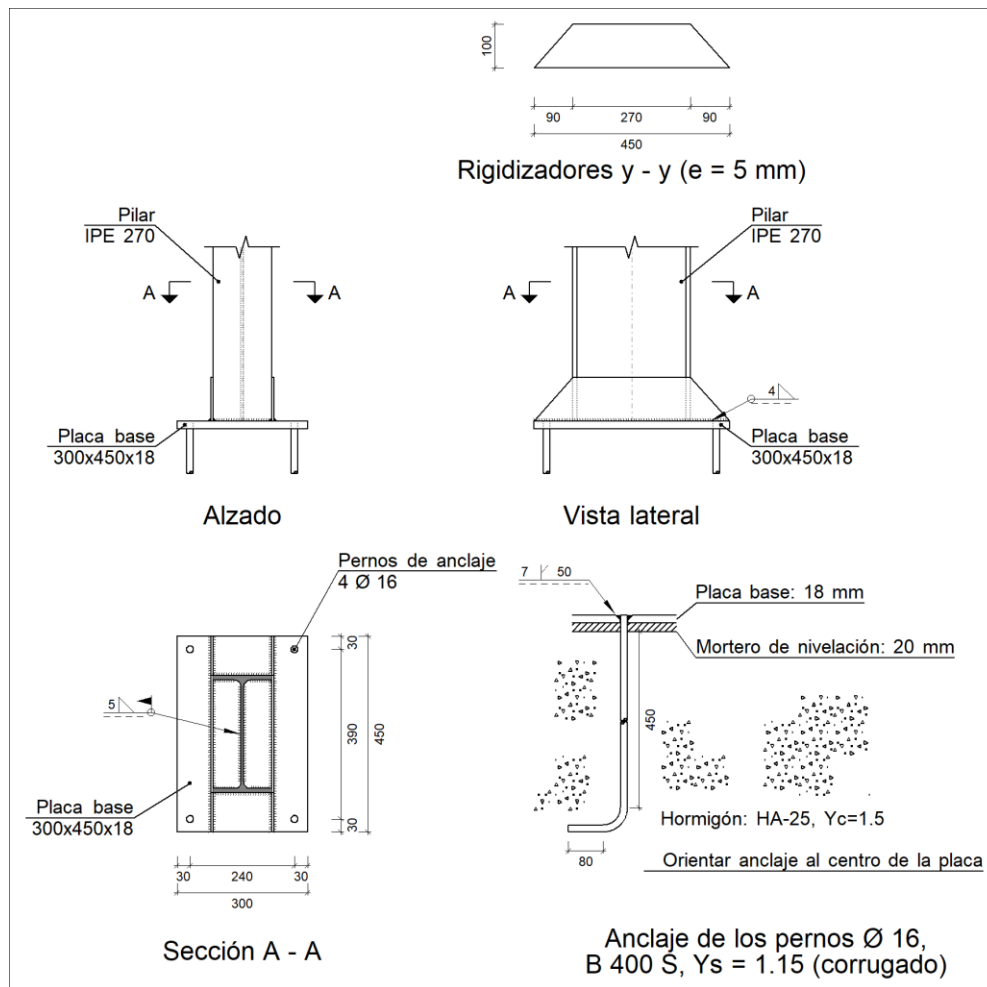
a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

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

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

TIPO 1

a. Detalle



b. Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|-------|----------------------|----------------------|
| Pieza | Geometría | | | | Taladros | | | | Acero | | |
| | Esquema | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) | Bisel (mm) | Tipo | f _y (MPa) | f _u (MPa) |
| Placa base | | 300 | 450 | 18 | 4 | 30 | 18 | 7 | S275 | 275.0 | 410.0 |
| Rigidizador | | 450 | 100 | 5 | - | - | - | - | S275 | 275.0 | 410.0 |

c. Comprobación

1. Pilar IPE 270

2. Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) | | | | |
| Soldadura perimetral a la placa | En ángulo | 5 | 906 | 6.6 | 90.00 | | | | |
| <i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i> | | | | | | | | | |
| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura perimetral a la placa | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |

2. Placa de anclaje

| Referencia: | | |
|--|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i> | Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i> | Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores: -Paralelos a Y: | Máximo: 50 Calculado: 46.6 | Cumple |
| Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 16 cm Calculado: 45 cm | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón: | | |
| -Tracción: | Máximo: 80.01 kN Calculado: 57.59 kN | Cumple |
| -Cortante: | Máximo: 56 kN Calculado: 9.48 kN | Cumple |
| -Tracción + Cortante: | Máximo: 80.01 kN Calculado: 71.13 kN | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos: | Máximo: 64.32 kN Calculado: 55.32 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos: | Máximo: 380.952 MPa Calculado: 281.346 MPa | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 150.86 kN Calculado: 8.9 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales: | Máximo: 261.905 MPa | |
| - Derecha: | Calculado: 134.655 MPa | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 82.9072 MPa | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 171.266 MPa | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 132.856 MPa | Cumple |

| Referencia: | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> | Mínimo: 250 | |
| - Derecha: | Calculado: 983.823 | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 2747.91 | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 5230.23 | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 6762.56 | Cumple |
| Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i> | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

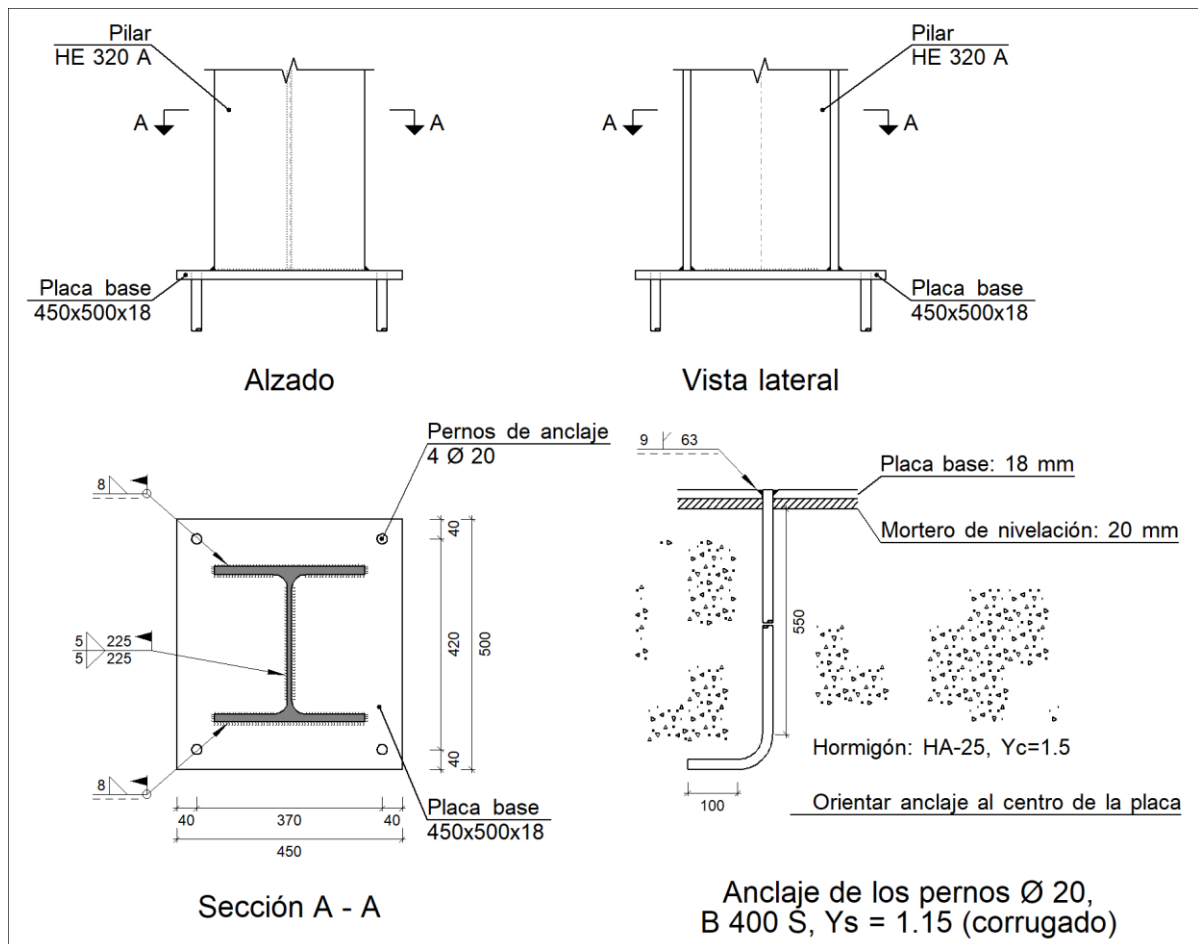
Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | Preparación de bordes (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Rigidizador y-y (x = -70): Soldadura a la placa base | En ángulo | 4 | -- | 450 | 5.0 | 90.00 |
| Rigidizador y-y (x = 70): Soldadura a la placa base | En ángulo | 4 | -- | 450 | 5.0 | 90.00 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | De penetración parcial | -- | 7 | 50 | 16.0 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|-------------------------------|---------------|--|---------------|--|----------------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f _u (N/mm ²) | β _w |
| | σ _⊥ (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 = -70): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Rigidizador y-y (x = 70): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | 0.0 | 0.0 | 220.1 | 381.2 | 98.80 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |

TIPO 2

a. Detalle



b. Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|-------|----------------------|----------------------|
| Pieza | Geometría | | | | Taladros | | | | Acero | | |
| | Esquema | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) | Bisel (mm) | Tipo | f _y (MPa) | f _u (MPa) |
| Placa base | | 450 | 500 | 18 | 4 | 38 | 22 | 9 | S275 | 275.0 | 410.0 |

c. Comprobación

1. Pilar HE 320 A

Condiciones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Soldadura del ala superior | En ángulo | 8 | 300 | 15.5 | 90.00 |
| Soldadura del alma | En ángulo | 5 | 225 | 9.0 | 90.00 |
| Soldadura del ala inferior | En ángulo | 8 | 300 | 15.5 | 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 del ala superior | 80.3 | 80.3 | 7.1 | 161.0 | 41.72 | 80.3 | 24.47 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma | 24.0 | 24.0 | 6.7 | 49.4 | 12.80 | 24.0 | 7.32 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala inferior | 74.2 | 74.2 | 3.2 | 148.4 | 38.47 | 74.2 | 22.61 | 410.0 | 0.85 |

2. Placa de anclaje

| Referencia: | | |
|--|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i> | Mínimo: 60 mm Calculado: 370 mm | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i> | Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm | Cumple |
| Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 20 cm Calculado: 55 cm | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón: | | |
| - Tracción: | Máximo: 122.23 kN Calculado: 90.41 kN | Cumple |
| - Cortante: | Máximo: 85.56 kN Calculado: 16.2 kN | Cumple |
| - Tracción + Cortante: | Máximo: 122.23 kN Calculado: 113.55 kN | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos: | Máximo: 100.48 kN Calculado: 85.79 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos: | Máximo: 380.952 MPa Calculado: 288.658 MPa | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 188.57 kN Calculado: 15.19 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales: | | |
| - Derecha: | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 214.65 MPa | Cumple |

| Referencia: | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| - Izquierda: | Calculado: 167.463 MPa | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 258.51 MPa | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 242.478 MPa | Cumple |
| Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> | Mínimo: 250 | |
| - Derecha: | Calculado: 675.376 | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 930.607 | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 572.437 | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 523.147 | Cumple |
| Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i> | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

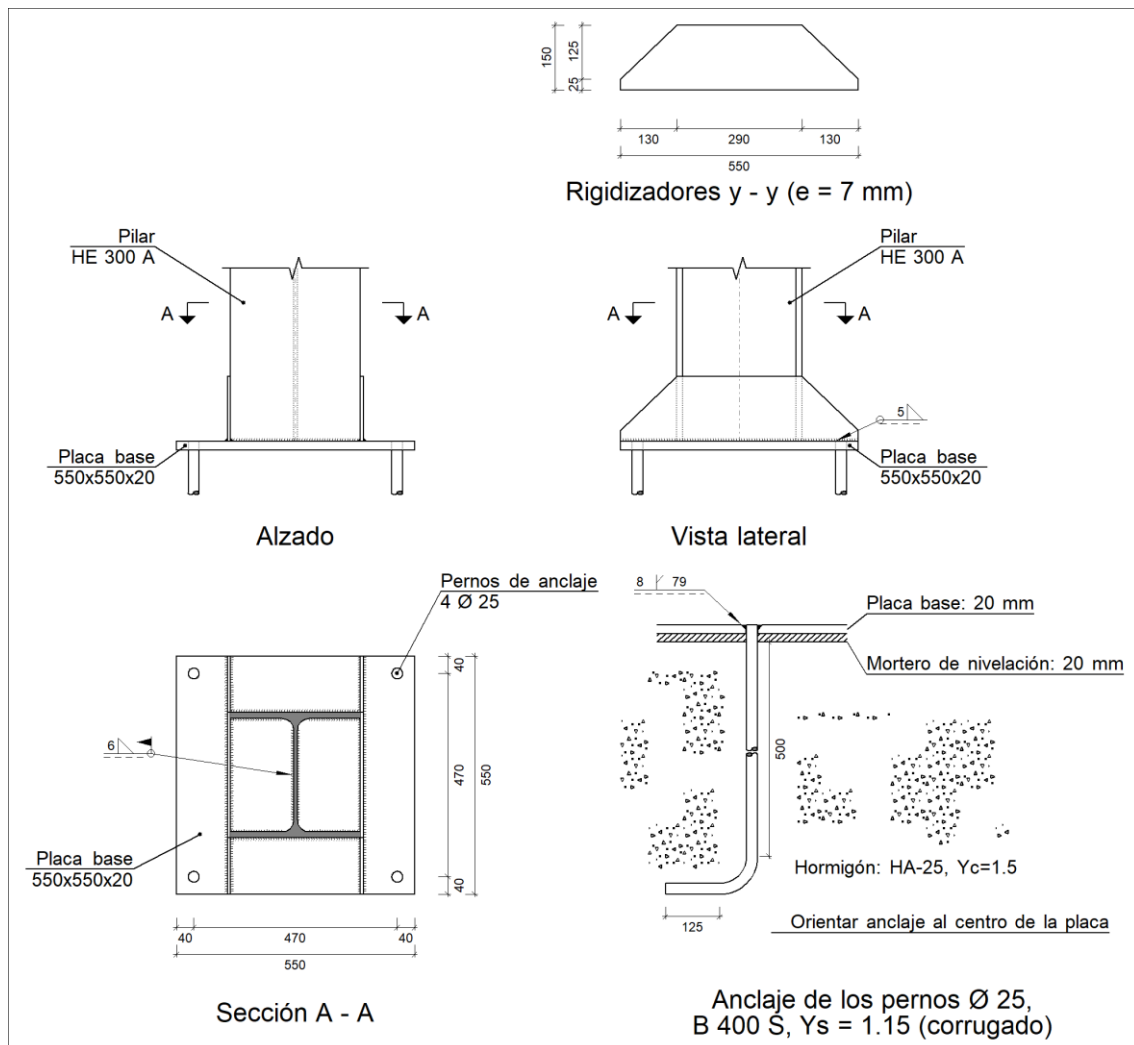
Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | |
|--|------------------------|----------------------------|--------|--------|-----------------|
| Ref. | Tipo | Preparación de bordes (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Soldadura de los pernos a la placa base | De penetración parcial | 9 | 63 | 18.0 | 90.00 |
| <i>l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i> | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|------------|---------------------------------------|------------|----------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura de los pernos a la placa base | 0.0 | 0.0 | 195.1 | 337.9 | 87.56 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |

TIPO 3

a. Detalle



b. Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|-------|-------------|-------------|
| Pieza | Geometría | | | | Taladros | | | | Acero | | |
| | Esquema | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) | Bisel (mm) | Tipo | f_y (MPa) | f_u (MPa) |
| Placa base | | 550 | 550 | 20 | 4 | 41 | 27 | 8 | S275 | 275.0 | 410.0 |
| Rigidizador | | 550 | 150 | 7 | - | - | - | - | S275 | 275.0 | 410.0 |

c. Comprobación

1. Pilar HE 300 A

Condiciones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | |
|--|-----------|--------|--------|--------|-----------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Soldadura perimetral a la placa | En ángulo | 6 | 1491 | 8.5 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i> | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | | |
| 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: 471 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: 49.1 | Cumple |
| Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón: | | |
| - Tracción: | Máximo: 138.9 kN Calculado: 103.53 kN | Cumple |
| - Cortante: | Máximo: 97.23 kN Calculado: 15.35 kN | Cumple |
| - Tracción + Cortante: | Máximo: 138.9 kN Calculado: 125.45 kN | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos: | Máximo: 157.12 kN Calculado: 97.83 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos: | Máximo: 380.952 MPa Calculado: 200.901 MPa | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 261.9 kN Calculado: 14.4 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales: | Máximo: 261.905 MPa | |
| - Derecha: | Calculado: 204.194 MPa | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 165.631 MPa | Cumple |

| Referencia: | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| -Arriba: | Calculado: 147.482 MPa | Cumple |
| -Abajo: | Calculado: 147.694 MPa | Cumple |
| Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> | Mínimo: 250 | |
| - Derecha: | Calculado: 448.218 | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 394.497 | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 6299.23 | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 6046.83 | Cumple |
| Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i> | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

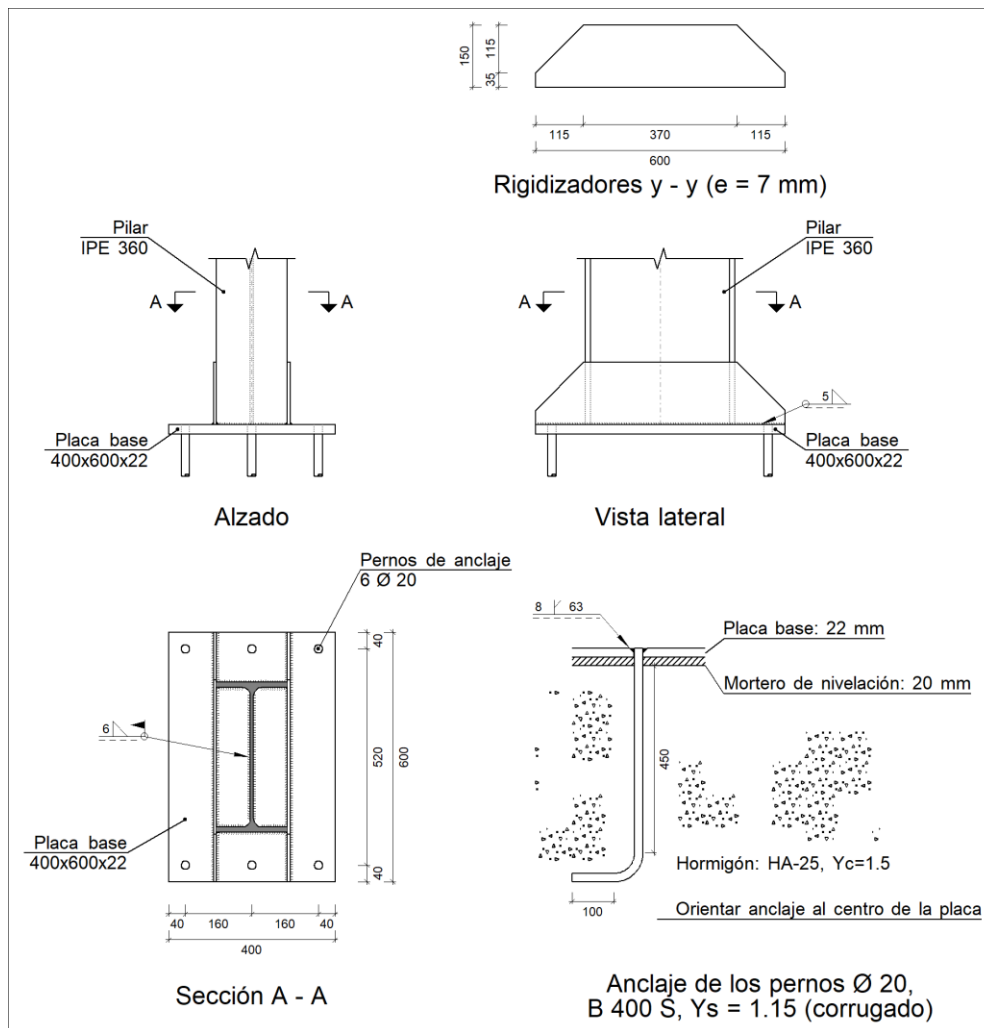
Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | Preparación de bordes (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base | En ángulo | 5 | -- | 550 | 7.0 | 90.00 |
| Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base | En ángulo | 5 | -- | 550 | 7.0 | 90.00 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | De penetración parcial | -- | 8 | 79 | 20.0 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|---|--|--|---|-------------------------------|---------------|--|---------------|--|----------------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f _u (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 = -154): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | 0.0 | 0.0 | 207.6 | 359.6 | 93.18 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |

TIPO 4

a. Detalle



b. Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|-------|-------------|-------------|
| Pieza | Geometría | | | | Taladros | | | | Acero | | |
| | Esquema | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) | Bisel (mm) | Tipo | f_y (MPa) | f_u (MPa) |
| Placa base | | 400 | 600 | 22 | 6 | 36 | 22 | 8 | S275 | 275.0 | 410.0 |
| Rigidizador | | 600 | 150 | 7 | - | - | - | - | S275 | 275.0 | 410.0 |

c. Comprobación

1. Pilar IPE 360

Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--|
| Ref. | Tipo | a (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) | |
| Soldadura perimetral a la placa | En ángulo | 6 | 1189 | 8.0 | 90.00 | |
| <i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura perimetral a la placa | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |

2. Placa de anclaje

| Referencia: | | |
|--|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i> | Mínimo: 60 mm Calculado: 160 mm | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i> | Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y: | Máximo: 50 Calculado: 47.5 | Cumple |
| Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 20 cm Calculado: 45 cm | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón: | | |
| - Tracción: | Máximo: 100.01 kN Calculado: 86.01 kN | Cumple |
| - Cortante: | Máximo: 70.01 kN Calculado: 6.15 kN | Cumple |
| - Tracción + Cortante: | Máximo: 100.01 kN Calculado: 94.79 kN | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos: | Máximo: 100.48 kN Calculado: 81.07 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos: | Máximo: 380.952 MPa Calculado: 260.599 MPa | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 230.48 kN Calculado: 5.76 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales: | | |
| - Derecha: | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 58.7269 MPa | Cumple |

| Referencia: | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| - Izquierda: | Calculado: 57.9923 MPa | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 172.922 MPa | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 172.704 MPa | Cumple |
| Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> | | |
| | Mínimo: 250 | |
| - Derecha: | Calculado: 7544.7 | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 7544.7 | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 5698.34 | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 5705.63 | Cumple |
| Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i> | | |
| | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 146.4 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

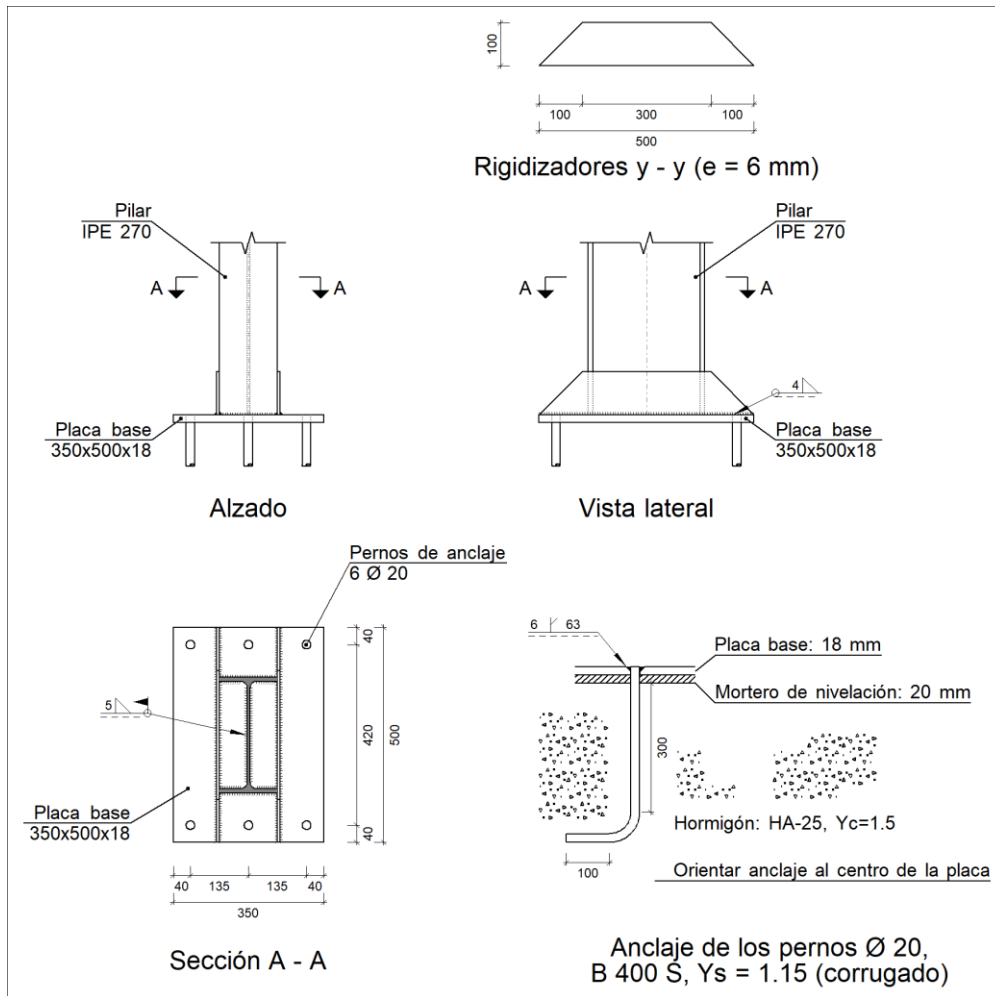
Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|------------------------|--------|----------------------------|--------|--------|-----------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | Preparación de bordes (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Rigidizador y-y (x = -89): Soldadura a la placa base | En ángulo | 5 | -- | 600 | 7.0 | 90.00 |
| Rigidizador y-y (x = 89): Soldadura a la placa base | En ángulo | 5 | -- | 600 | 7.0 | 90.00 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | De penetración parcial | -- | 8 | 63 | 20.0 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|----------------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f _u (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 = -89): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Rigidizador y-y (x = 89): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | 0.0 | 0.0 | 215.1 | 372.5 | 96.53 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |

TIPO 5

a. Detalle



b. Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|-------|----------------------|----------------------|
| Pieza | Geometría | | | | Taladros | | | | Acero | | |
| | Esquema | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | Cantidad | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) | Bisel (mm) | Tipo | f _y (MPa) | f _u (MPa) |
| Placa base | | 350 | 500 | 18 | 6 | 32 | 22 | 6 | S275 | 275.0 | 410.0 |
| Rigidizador | | 500 | 100 | 6 | - | - | - | - | S275 | 275.0 | 410.0 |

c. Comprobación

1. Pilar IPE 270

Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Soldadura perimetral a la placa | En ángulo | 5 | 906 | 6.6 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i> | | | | | |

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

2. Placa de anclaje

| Referencia: Comprobación | Valores | Estado |
|--|---|--------|
| Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i> | Mínimo: 60 mm Calculado: 135 mm | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i> | Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y: | Máximo: 50 Calculado: 44 | Cumple |
| Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón: - Tracción: | Máximo: 66.67 kN Calculado: 55.57 kN | Cumple |
| - Cortante: | Máximo: 46.67 kN Calculado: 5.2 kN | Cumple |
| - Tracción + Cortante: | Máximo: 66.67 kN Calculado: 62.99 kN | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos: | Máximo: 100.48 kN Calculado: 52.41 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos: | Máximo: 380.952 MPa Calculado: 169.366 MPa | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 188.57 kN Calculado: 4.88 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 52.2919 MPa | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 51.2551 MPa | Cumple |

| Referencia: | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| -Arriba: | Calculado: 252.802 MPa | Cumple |
| -Abajo: | Calculado: 249.587 MPa | Cumple |
| Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> | Mínimo: 250 | |
| - Derecha: | Calculado: 4496.19 | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 5019.48 | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 2809.16 | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 2848.25 | Cumple |
| Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i> | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 155.942 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

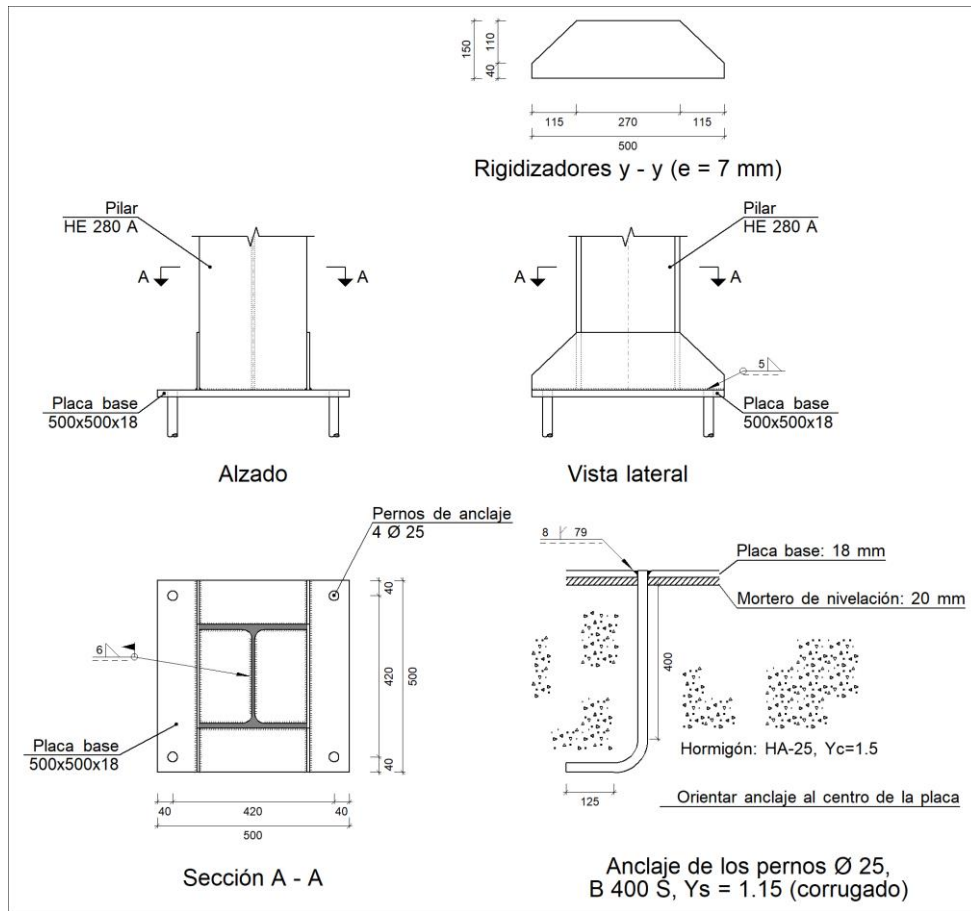
Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | Preparación de bordes (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Rigidizador y-y (x = -71): Soldadura a la placa base | En ángulo | 4 | -- | 500 | 6.0 | 90.00 |
| Rigidizador y-y (x = 71): Soldadura a la placa base | En ángulo | 4 | -- | 500 | 6.0 | 90.00 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | De penetración parcial | -- | 6 | 63 | 18.0 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|--|--|--|---|-------------------------------|---------------|--|---------------|--|----------------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f _u (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 = -71): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Rigidizador y-y (x = 71): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | 0.0 | 0.0 | 208.5 | 361.2 | 93.60 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |

TIPO 6

a. Detalle



b. Descripción de los componentes de la unión

| Elementos complementarios | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|------------|------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|------|-------------|-------------|
| Pieza | Geometría | | | | Cantidad | Taladros | | | Tipo | Acero | |
| | Esquema | Ancho (mm) | Canto (mm) | Espesor (mm) | | Diámetro exterior (mm) | Diámetro interior (mm) | Bisel (mm) | | f_y (MPa) | f_u (MPa) |
| Placa base | | 500 | 500 | 18 | 4 | 41 | 27 | 8 | S275 | 275.0 | 410.0 |
| Rigidizador | | 500 | 150 | 7 | - | - | - | - | S275 | 275.0 | 410.0 |

c. Comprobación

1. Pilar HE 280 A

Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--|
| Ref. | Tipo | a (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) | |
| Soldadura perimetral a la placa | En ángulo | 6 | 1400 | 8.0 | 90.00 | |
| <i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura perimetral a la placa | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |

2. Placa de anclaje

| Referencia: | | |
|--|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i> | Mínimo: 75 mm Calculado: 420 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: 46.8 | Cumple |
| Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón: | | |
| - Tracción: | Máximo: 111.12 kN Calculado: 96.31 kN | Cumple |
| - Cortante: | Máximo: 77.78 kN Calculado: 9.92 kN | Cumple |
| - Tracción + Cortante: | Máximo: 111.12 kN Calculado: 110.48 kN | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos: | Máximo: 157.12 kN Calculado: 91.96 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos: | Máximo: 380.952 MPa Calculado: 189.714 MPa | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 235.71 kN Calculado: 9.34 kN | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales: | Máximo: 261.905 MPa | |
| - Derecha: | Calculado: 186.592 MPa | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 181.18 MPa | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 122.395 MPa | Cumple |

| Referencia: | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| -Abajo: | Calculado: 126.556 MPa | Cumple |
| Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> | Mínimo: 250 | |
| - Derecha: | Calculado: 732.146 | Cumple |
| - Izquierda: | Calculado: 706.897 | Cumple |
| - Arriba: | Calculado: 8702.89 | Cumple |
| - Abajo: | Calculado: 8152.7 | Cumple |
| Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i> | Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

Cordones de soldadura

| Comprobaciones geométricas | | | | | | |
|--|------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| Ref. | Tipo | a (mm) | Preparación de bordes (mm) | l (mm) | t (mm) | Ángulo (grados) |
| Rigidizador y-y (x = -144): Soldadura a la placa base | En ángulo | 5 | -- | 500 | 7.0 | 90.00 |
| Rigidizador y-y (x = 144): Soldadura a la placa base | En ángulo | 5 | -- | 500 | 7.0 | 90.00 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | De penetración parcial | -- | 8 | 79 | 18.0 | 90.00 |
| <i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i> | | | | | | |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|---|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Rigidizador y-y (x = -144): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Rigidizador y-y (x = 144): Soldadura a la placa base | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura de los pernos a la placa base | 0.0 | 0.0 | 195.2 | 338.0 | 87.60 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |

3.3.2. resumen de medición

| Soldaduras | | | | |
|----------------|-----------|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| f_u (MPa) | Ejecución | Tipo | Espesor de garganta (mm) | Longitud de cordones (mm) |
| 410.0 | En taller | En ángulo | 4 | 24070 |
| | | | 5 | 137688 |
| | | A tope en bisel simple | 8 | 525 |
| | | | 10 | 360 |

| Soldaduras | | | | |
|-------------------|------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|
| f_u (MPa) | Ejecución | Tipo | Espesor de garganta (mm) | Longitud de cordones (mm) |
| | | A tope en bisel simple con talón de raíz amplio | 12 | 450 |
| | | | 6 | 2262 |
| | | | 7 | 1407 |
| | | | 8 | 21049 |
| | | | 9 | 503 |
| | En el lugar de montaje | En ángulo | 5 | 12678 |
| | | | 6 | 92168 |
| | | | 8 | 2272 |

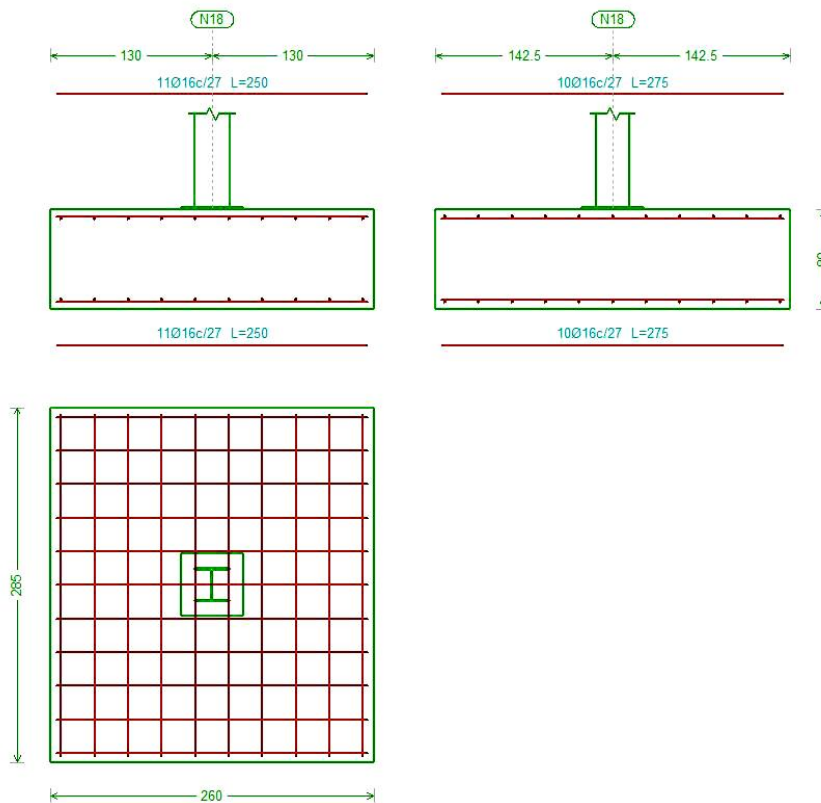
| Angulares | | | | |
|------------------|----------------------|---------------------|------------------|--------------|
| Material | Tipo | Descripción (mm) | Longitud (mm) | Peso (kg) |
| S275 | Anclajes de tirantes | L80x8 | 220 | 2.10 |
| | | L80x10 | 120 | 1.41 |
| | | L100x12 | 150 | 2.66 |
| | | | | Total |

| Elementos de tornillería | | | |
|---------------------------------|---------------|----------|--------------|
| Tipo | Material | Cantidad | Descripción |
| Tuercas | Clase 5 | 8 | ISO 4032-M20 |
| Arandelas | Dureza 200 HV | 4 | ISO 7089-20 |

| Placas de anclaje | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|
| Material | Elementos | Cantidad | Dimensiones (mm) | Peso (kg) | |
| S275 | Placa base | 6 | 350x500x18 | 148.37 | |
| | | 2 | 450x500x18 | 63.58 | |
| | | 19 | 500x500x18 | 671.17 | |
| | | 7 | 300x450x18 | 133.53 | |
| | | 36 | 550x550x20 | 1709.73 | |
| | | 10 | 400x600x22 | 414.48 | |
| | Rigidizadores pasantes | 14 | 450/270x100/0x5 | 19.78 | |
| | | 12 | 500/300x100/0x6 | 22.61 | |
| | | 72 | 550/290x150/25x7 | 262.11 | |
| | | 20 | 600/370x150/35x7 | 84.38 | |
| | | 38 | 500/270x150/40x7 | 130.19 | |
| | | | | Total | 3659.93 |
| | B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado) | Pernos de anclaje | 28 | $\emptyset 16 - L = 504 + 155$ | 29.14 |
| | | | 8 | $\emptyset 20 - L = 608 + 194$ | 15.83 |
| 60 | | | $\emptyset 20 - L = 512 + 194$ | 104.50 | |
| 36 | | | $\emptyset 20 - L = 358 + 194$ | 49.03 | |
| 76 | | | $\emptyset 25 - L = 463 + 243$ | 206.70 | |
| 144 | | | $\emptyset 25 - L = 565 + 243$ | 448.24 | |
| | | | Total | 853.44 | |

4. CIMENTACIONES

TIPO Z1



| Referencia: N8 | | |
|---|--|--------|
| Dimensiones: 260 x 285 x 80 | | |
| Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | | |
| -Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0256041 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0243288 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0375723 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: 211.7 % | Cumple |
| -En dirección Y: | Reserva seguridad: 194.6 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: | | |
| -En dirección X: | Momento: -25.53 kN·m | Cumple |
| -En dirección Y: | Momento: -28.25 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: | | |

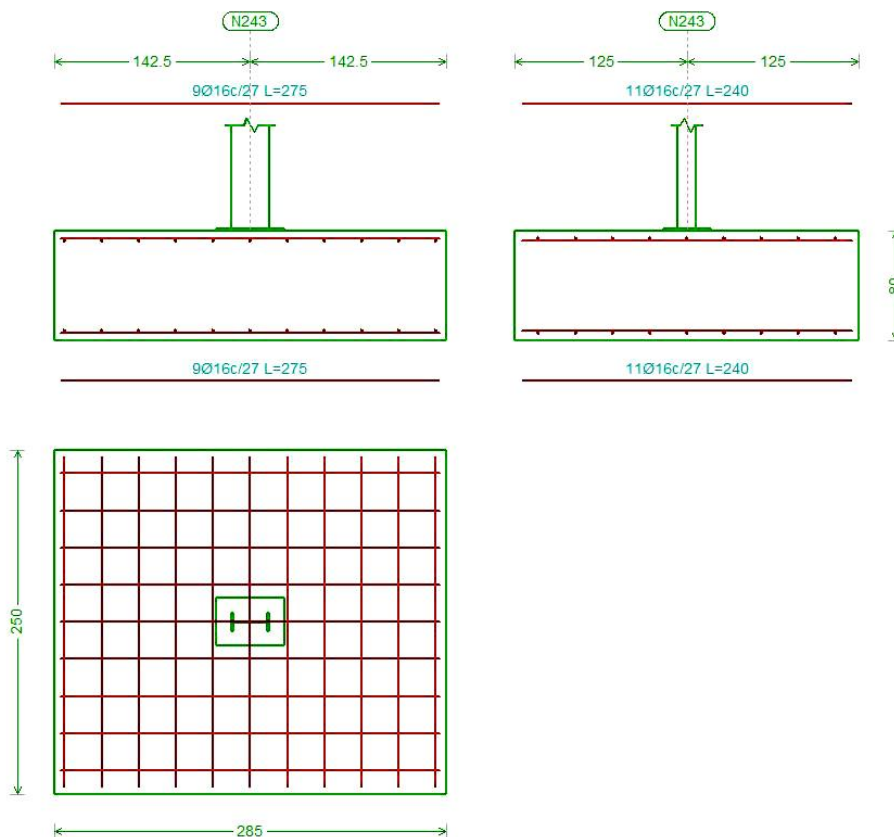
| Referencia: N8 Dimensiones: 260 x 285 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27 | | |
|---|---|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| - En dirección X: | Cortante: 17.27 kN | Cumple |
| - En dirección Y: | Cortante: 20.60 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: | | |
| - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 48.8 kN/m ² | Cumple |
| Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: - N8: | Mínimo: 40 cm Calculado: 72 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0009 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0001 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> | Mínimo: 12 mm | |
| - Parrilla inferior: | Calculado: 16 mm | Cumple |
| - Parrilla superior: | Calculado: 16 mm | Cumple |
| Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 27 cm | Cumple |

Referencia: N8
Dimensiones: 260 x 285 x 80
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|-----------------------------------|--------|
| Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> | | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 16 cm Calculado: 40 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 16 cm Calculado: 40 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 19 cm Calculado: 40 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 19 cm Calculado: 40 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm | Cumple |

Se cumplen todas las comprobaciones

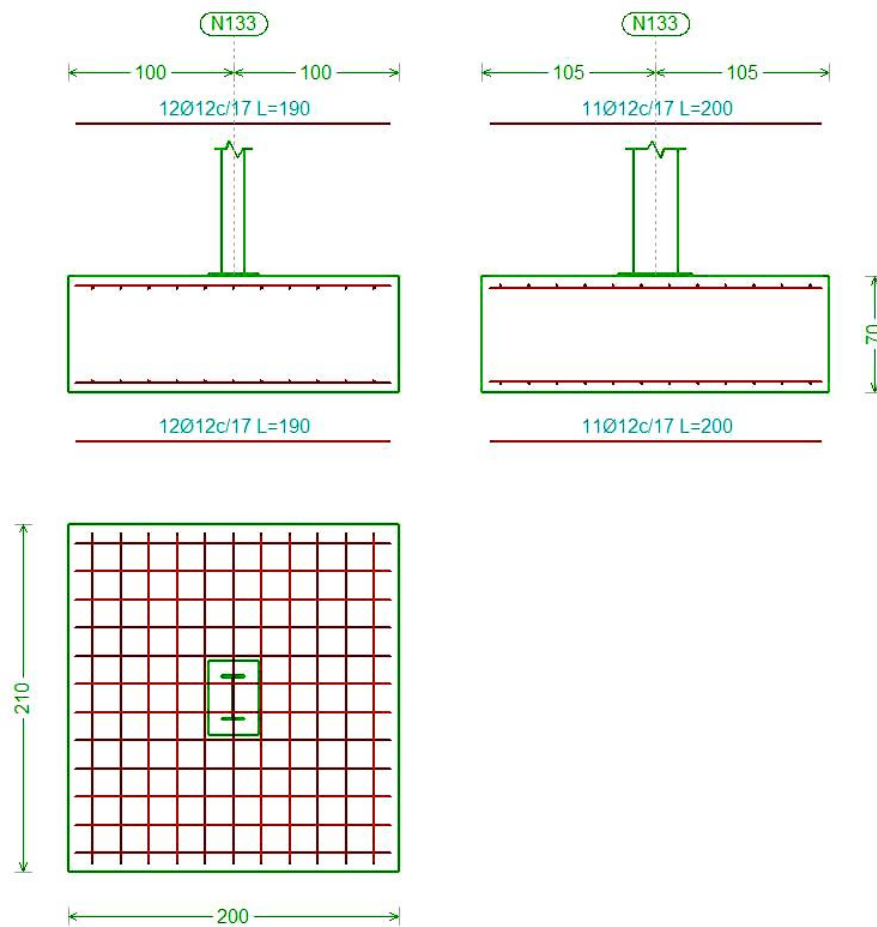
TIPO Z2



| Referencia: N236 | | |
|--|---|--------|
| Dimensiones: 285 x 250 x 80 | | |
| Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0268794 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0261927 MPa | Cumple |
| - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0409077 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: 99.3 % | Cumple |
| - En dirección Y: | Reserva seguridad: 1569.7 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: - En dirección X: | Momento: 42.89 kN·m | Cumple |
| - En dirección Y: | Momento: 17.11 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: - En dirección X: | Cortante: 30.41 kN | Cumple |
| - En dirección Y: | Cortante: 10.59 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 52.3 kN/m ² | Cumple |
| Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: - N236: | Mínimo: 44 cm Calculado: 72 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0009 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> | Calculado: 0.001 | |
| - Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0002 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |

| <p>Referencia: N236 Dimensiones: 285 x 250 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27</p> | | |
|---|---|---|
| Comprobación | Valores | Estado |
| <p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p> | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p> | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p> | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p> | <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 48 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 48 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 41 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 48 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 48 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 41 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 41 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Se cumplen todas las comprobaciones</p> | | |

TIPO Z3

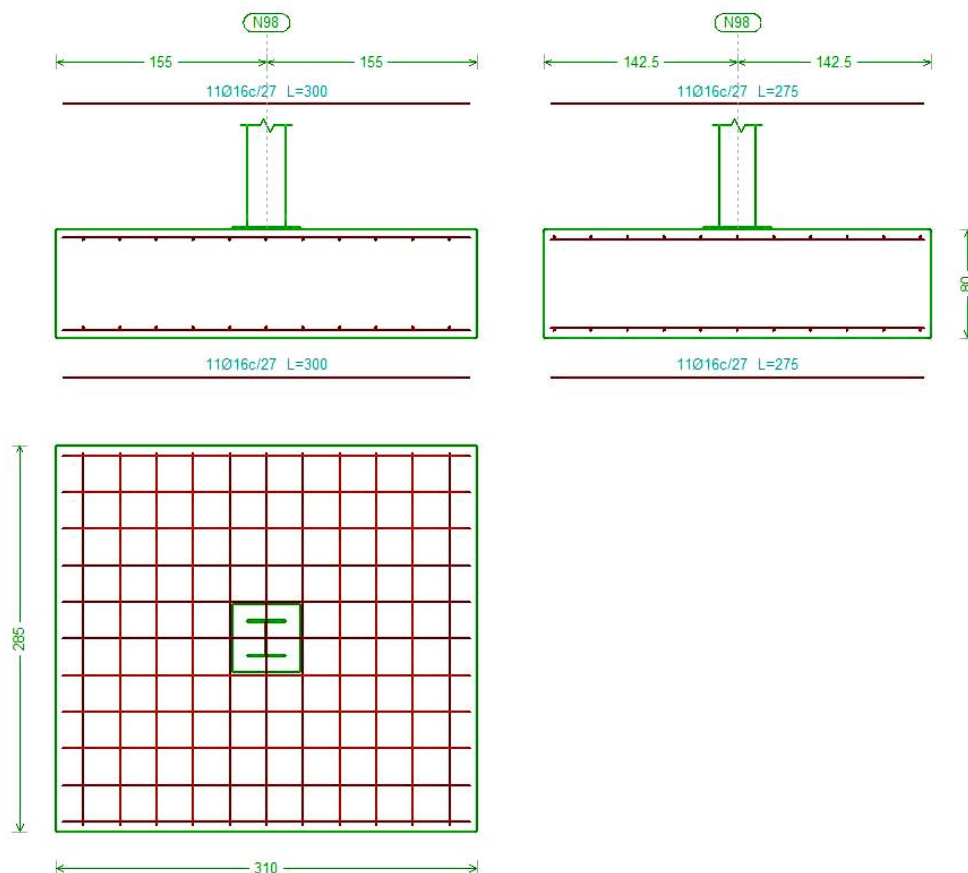


| Referencia: N133 | | |
|---|--|--------|
| Dimensiones: 200 x 210 x 70 | | |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | | |
| -Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0263889 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0379647 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.052974 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: 159.5 % | Cumple |
| -En dirección Y: | Reserva seguridad: 4.3 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: | | |
| -En dirección X: | Momento: -12.27 kN·m | Cumple |

| Referencia: N133 | | |
|---|---|--------|
| Dimensiones: 200 x 210 x 70 | | |
| Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| - En dirección Y: | Momento: 34.16 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: | | |
| - En dirección X: | Cortante: 8.44 kN | Cumple |
| - En dirección Y: | Cortante: 49.15 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: | | |
| - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 51.1 kN/m ² | Cumple |
| Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: - N133: | Mínimo: 44 cm Calculado: 63 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 0.0009 | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 0.001 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> | Calculado: 0.001 | |
| - Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0002 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> | Mínimo: 12 mm | |
| - Parrilla inferior: | Calculado: 12 mm | Cumple |
| - Parrilla superior: | Calculado: 12 mm | Cumple |
| Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> | Mínimo: 10 cm | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 17 cm | Cumple |

| Referencia: N133 Dimensiones: 200 x 210 x 70 Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17 Xs:Ø12c/17 Ys:Ø12c/17 | | |
|---|------------------|--------|
| Comprobación | Valores | Estado |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 17 cm | Cumple |
| Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> | Mínimo: 15 cm | |
| - Armado inf. dirección X hacia der: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección X hacia izq: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Calculado: 25 cm | Cumple |
| - Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Calculado: 25 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia der: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección X hacia izq: | Calculado: 27 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Calculado: 25 cm | Cumple |
| - Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Calculado: 25 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |

TIPO Z4

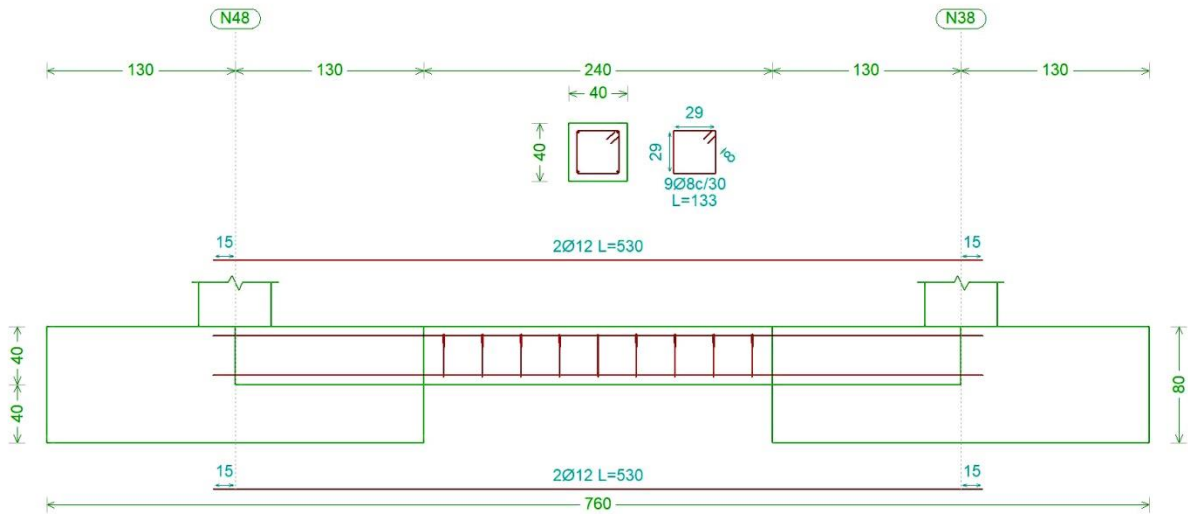


| Referencia: N98 | | |
|---|---|--------|
| Dimensiones: 310 x 285 x 80 | | |
| Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27 | | |
| Comprobación | Valores | Estado |
| Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | | |
| -Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0267813 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0303129 MPa | Cumple |
| -Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0397305 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: 3813.5 % | Cumple |
| -En dirección Y: | Reserva seguridad: 151.8 % | Cumple |
| Flexión en la zapata: | | |
| -En dirección X: | Momento: 24.90 kN·m | Cumple |
| -En dirección Y: | Momento: 54.53 kN·m | Cumple |
| Cortante en la zapata: | | |
| -En dirección X: | Cortante: 16.87 kN | Cumple |
| -En dirección Y: | Cortante: 40.22 kN | Cumple |
| Compresión oblicua en la zapata: | | |
| -Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> | Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 65.7 kN/m ² | Cumple |
| Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i> | | |
| | Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm | Cumple |
| Espacio para anclar arranques en cimentación: | | |
| -N98: | Mínimo: 40 cm Calculado: 72 cm | Cumple |
| Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> | | |
| - Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Calculado: 0.0009 | Cumple |
| Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> | | |
| - Armado inferior dirección X: | Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| - Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0002 | Cumple |
| - Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |
| - Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0001 | Cumple |

| <p>Referencia: N98 Dimensiones: 310 x 285 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27</p> | | |
|---|---|---|
| Comprobación | Valores | Estado |
| <p>Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p> | <p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p> | <p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p> | <p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> <p>Calculado: 27 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p> | <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 65 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 65 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm</p> <p>Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 65 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 65 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm</p> <p>Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm</p> | <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> |
| <p>Se cumplen todas las comprobaciones</p> | | |

VIGAS DE ATADO

C.1



Referencia: C.1 [N77-N67] (Viga de atado)

-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm

-Armadura superior: 2Ø12

-Armadura inferior: 2Ø12

-Estribos: 1xØ8c/30

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|--------------------------------------|--------|
| Diámetro mínimo estribos: | Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm | Cumple |
| Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm | Cumple |
| Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> | Mínimo: 3.7 cm | |
| - Armadura superior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armadura inferior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm | Cumple |
| Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> | Máximo: 30 cm | |
| - Armadura superior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| - Armadura inferior: | Calculado: 26 cm | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |
| Información adicional: | | |
| - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) | | |
| - No llegan estados de carga a la cimentación. | | |

DOCUMENTO N.ºV. PLANOS

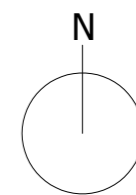
- 1:** SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- 2:** DISTRIBUCIÓN GENERAL EN PLANTA
- 3:** PLANTA AMPLIACIÓN. DISTRIBUCIÓN DE PILARES.
- 4.1:** CIMENTACIÓN
- 4.2:** PLACAS DE ANCLAJE
- 5.1:** SECCIONES TRANSVERSALES
- 5.2:** SECCIONES LONGITUDINALES
- 6:** ALZADOS
- 7.1:** PLANTA GENERAL. ESTRUCTURA DE CUBIERTA
- 7.2:** PLANTA GENERAL. ARRIOSTRAMIENTOS EN CUBIERTA.
- 8:** PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS




SITUACIÓN
ESCALA 1/10000

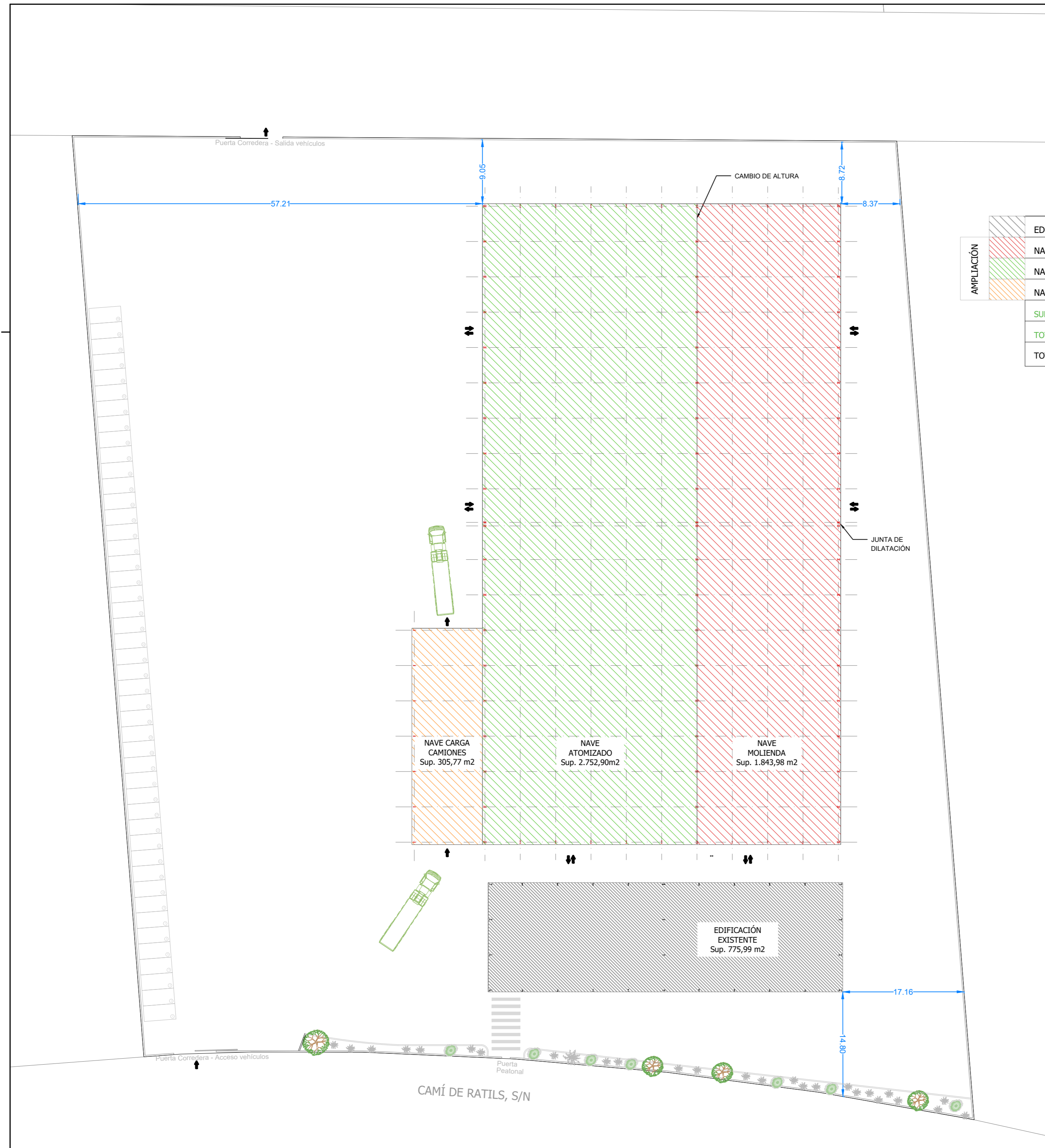


EMPLAZAMIENTO
ESCALA 1/1500




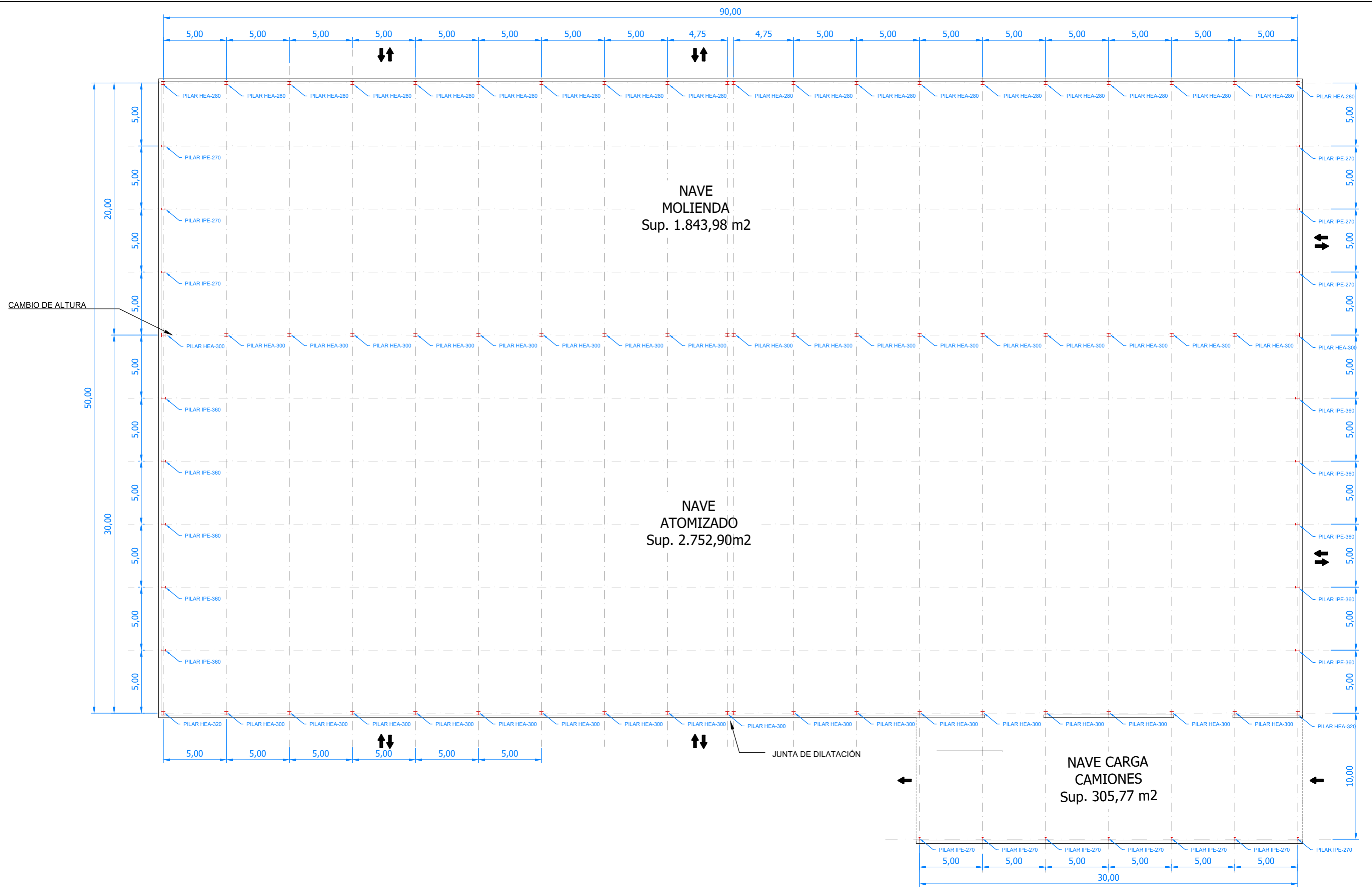
- Zona existente: 776,00 m²
 - Zona ampliación: 4.902,65 m²
 - Ocupación en planta (36,87%): 5.678,65 m²
 - Superficie parcela: 15.400,22 m²
- Zona ordenación urbanística SUR-9

| | | |
|------------|--|--------------------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | |
| Plano: |  SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | Fecha: 11/05/2020 |
| | | Escala: VARIAS |
| | | Plano nº: 1 |

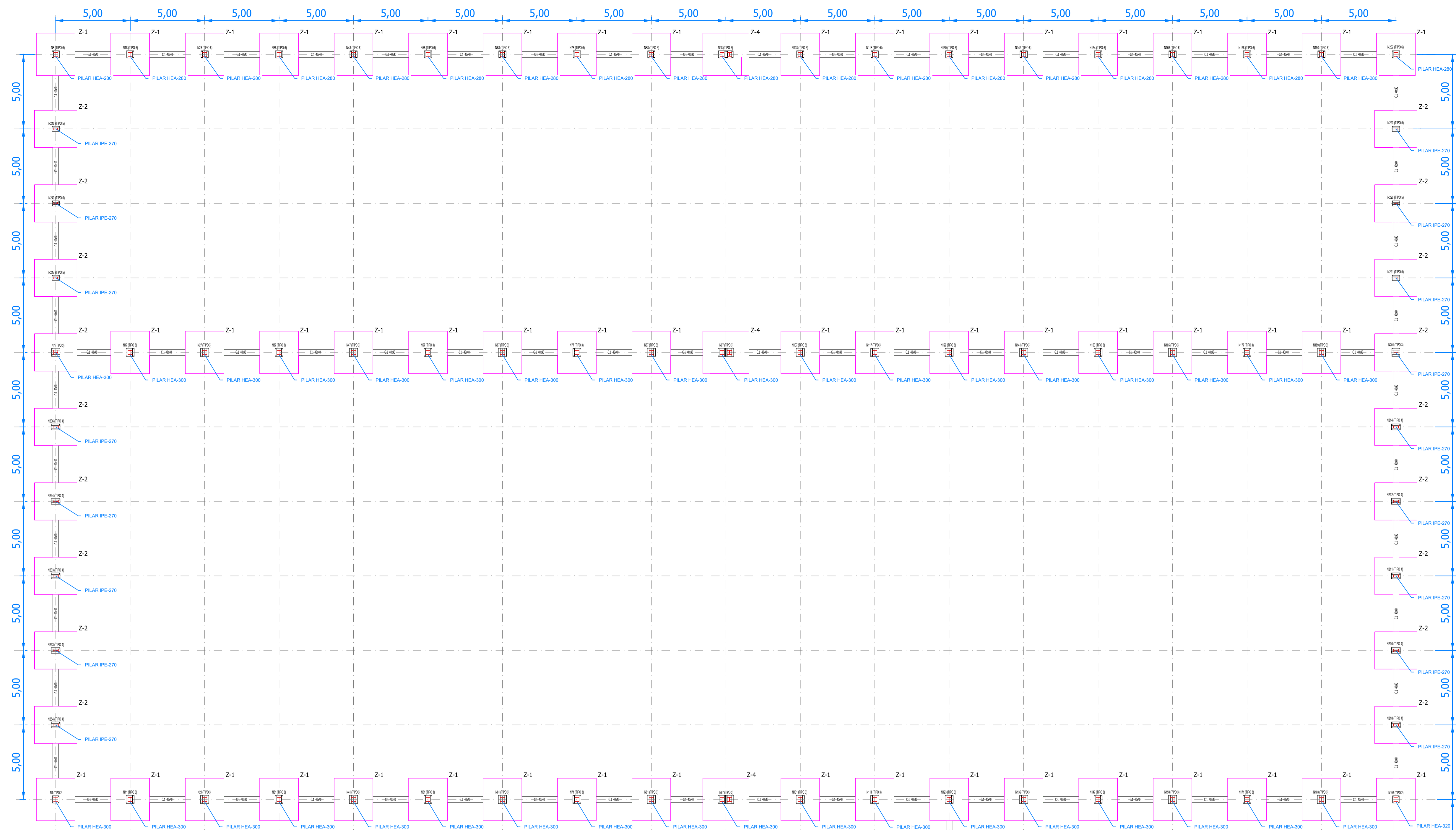


| AMPLIACIÓN | ALTURA | SUPERFICIE | VOLUMEN | TRAS AMPLIACION | TRAS AMPLIACION |
|--|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--|---|
| | EDIFICACIÓN EXISTENTE | 6 m. | 776,00 m ² | 4.656,00 m ³ | |
| NAVE MOLIENDA | 8 m. | 1.843,98 m ² | 14.751,84 m ³ | SUP. OCUPADA 5.678,65 m ² % OCUPACION 36,87% | VOLUMETRIA 48.771,46 m ³ COEFICIENTE VOLUMETRIA 3,17 m ³ /m ² |
| NAVE ATOMIZADO | 10 m. | 2.752,90 m ² | 27.529,00 m ³ | | |
| NAVE CARGA CAMIONES | 6 m. | 305,77 m ² | 1.834,62 m ³ | | |
| SUPERFICIES AMPLIACION | | 4.902,65 m ² | 44.115,46 m ³ | OCUPACION MAXIMA SEGUN ORDENANZA 80,00% | VOLUMETRIA MAXIMA SEGUN ORDENANZA 4,5 m ³ /m ² |
| TOTAL SUPERFICIES DESPUES DE LA AMPLIACION | | 5.678,65 m ² | 48.771,46 m ³ | | |
| TOTAL SUPERFICIE PARCELA | | 15.400,22 m ² | | | |

| | | | | |
|---|--|---------------------------------------|--|------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | | | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | | | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | | | |
|  | Plano: | DISTRIBUCIÓN GENERAL EN PLANTA | | |
| | Fecha: | | | 11/05/2020 |
| | Escala: | | | 1/400 |
| | Plano nº: | 2 | | |



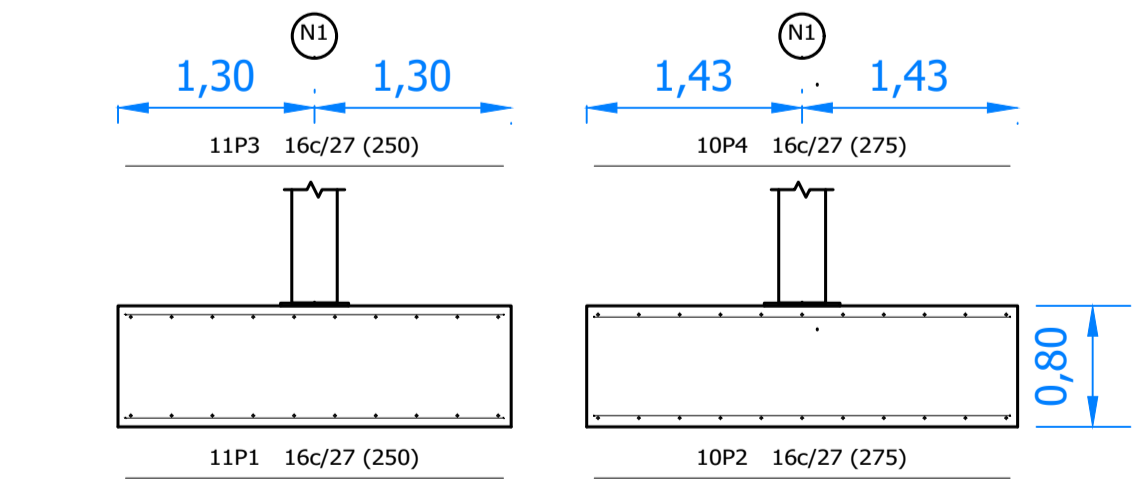
| | | | |
|---|--|--|------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | | |
|  | Plano: | PLANTA AMPLIACIÓN. DISTRIBUCIÓN DE PILARES. | |
| | Fecha: | | 11/05/2020 |
| | Escala: | | 1/200 |
| | | Plano nº: | |
| | | 3 | |



DETALLES ESCALA 1/50

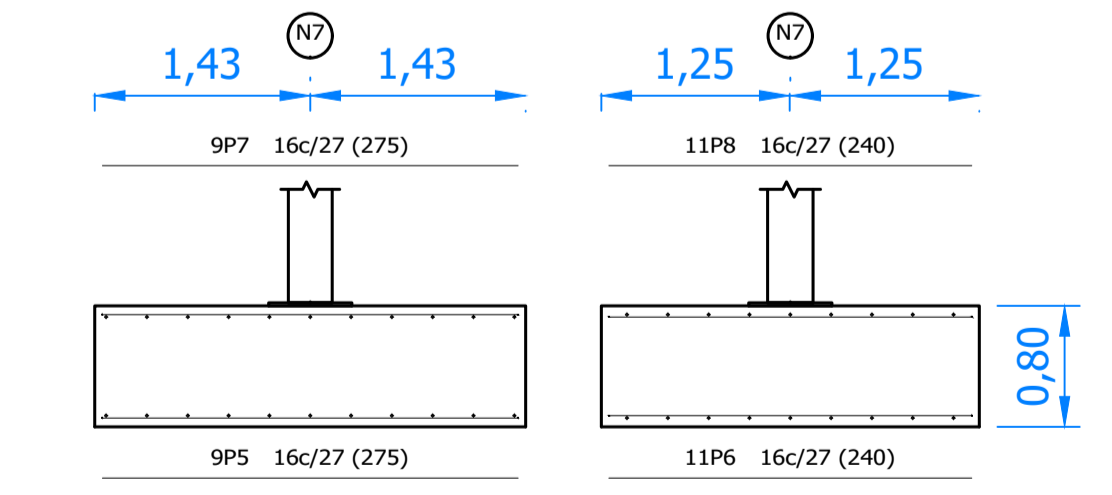
Z-1

N1, N8, N11, N17, N18, N21, N27, N28, N31, N37, N38, N41, N47, N48, N51, N57, N58, N61, N67, N68, N71, N77, N78, N81, N87, N88, N91, N97, N101, N107, N108, N111, N117, N118, N123, N129, N130, N135, N141, N142, N147, N153, N154, N159, N165, N166, N171, N177, N178, N183, N189, N190, N195 y N202



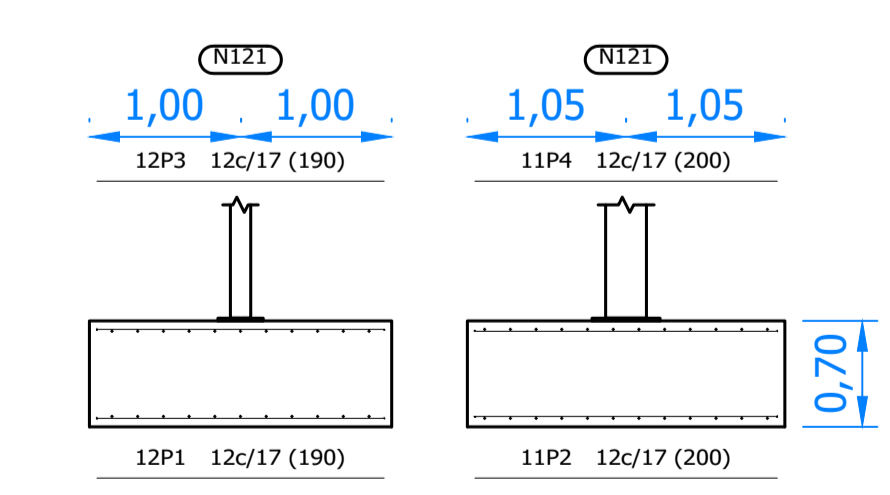
Z-2

N7, N201, N211, N212, N214, N216, N218, N220, N221, N223, N233, N234, N236, N240, N243, N247, N253 y N254



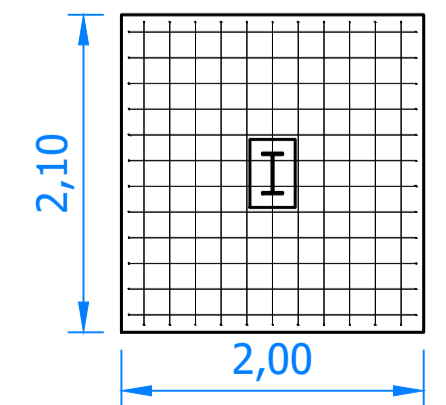
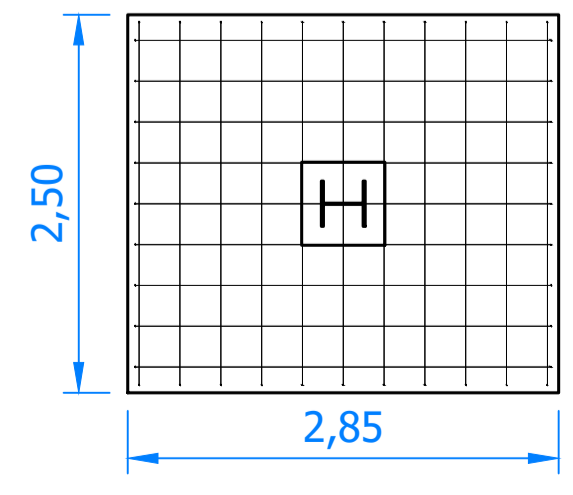
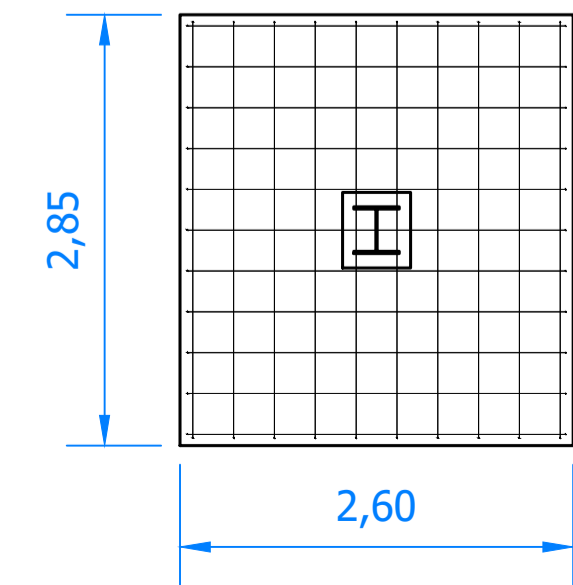
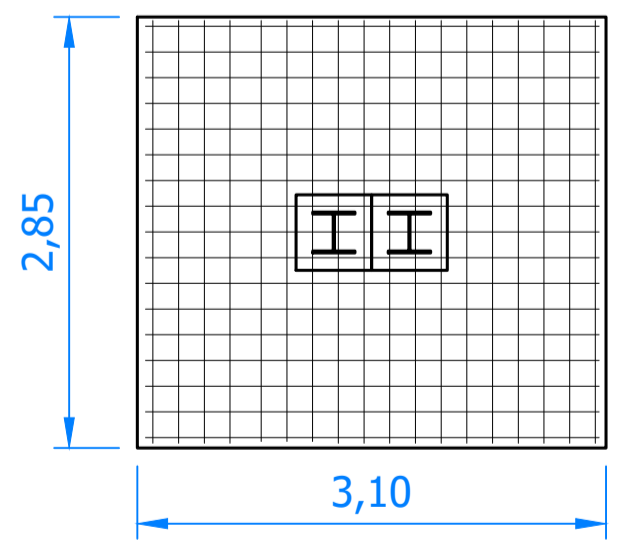
Z-3

N121, N133, N145, N157, N169, N181 y N193



Z-4

N98



| Elemento | Pos. | Diám. | No. | Long. (cm) | Total (kg) | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |
|-------------------------------|------|-------|-----|------------|------------|-----------------------|
| N1=N8=N11=N17=N18=N21 | 1 | 16 | 11 | 250 | 2750 | 43.4 |
| N27=N28=N31=N37=N38=N41 | 2 | 16 | 10 | 275 | 2750 | 43.4 |
| N57=N58=N61=N67=N68=N71 | 3 | 16 | 11 | 250 | 2750 | 43.4 |
| N77=N78=N81=N87=N88=N91 | 4 | 16 | 10 | 275 | 2750 | 43.4 |
| N101=N107=N108=N111=N117=N118 | 5 | 16 | 9 | 275 | 2475 | 39.1 |
| N123=N129=N130=N135=N141 | 6 | 16 | 11 | 240 | 2640 | 41.7 |
| N142=N147=N153=N154=N159 | 7 | 16 | 9 | 275 | 2475 | 39.1 |
| N165=N166=N171=N177=N178 | 8 | 16 | 11 | 240 | 2640 | 41.7 |
| N183=N189=N190=N195=N202 | 9 | 16 | 11 | 240 | 2640 | 41.7 |
| Total+10% | | | | | | 191.0 |
| Total | | | | | | 10505.0 |

| Elemento | Pos. | Diám. | No. | Long. (cm) | Total (kg) | B 500 S, Ys=1.15 (kg) |
|-------------------------------|------|-------|-----|------------|------------|-----------------------|
| N1=N8=N11=N17=N18=N21 | 1 | 16 | 11 | 250 | 2750 | 43.4 |
| N27=N28=N31=N37=N38=N41 | 2 | 16 | 10 | 275 | 2750 | 43.4 |
| N57=N58=N61=N67=N68=N71 | 3 | 16 | 11 | 250 | 2750 | 43.4 |
| N77=N78=N81=N87=N88=N91 | 4 | 16 | 10 | 275 | 2750 | 43.4 |
| N101=N107=N108=N111=N117=N118 | 5 | 16 | 9 | 275 | 2475 | 39.1 |
| N123=N129=N130=N135=N141 | 6 | 16 | 11 | 240 | 2640 | 41.7 |
| N142=N147=N153=N154=N159 | 7 | 16 | 9 | 275 | 2475 | 39.1 |
| N165=N166=N171=N177=N178 | 8 | 16 | 11 | 240 | 2640 | 41.7 |
| N183=N189=N190=N195=N202 | 9 | 16 | 11 | 240 | 2640 | 41.7 |
| Total+10% | | | | | | 191.0 |
| Total | | | | | | 10505.0 |

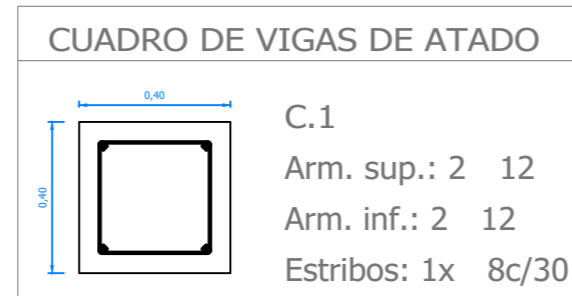
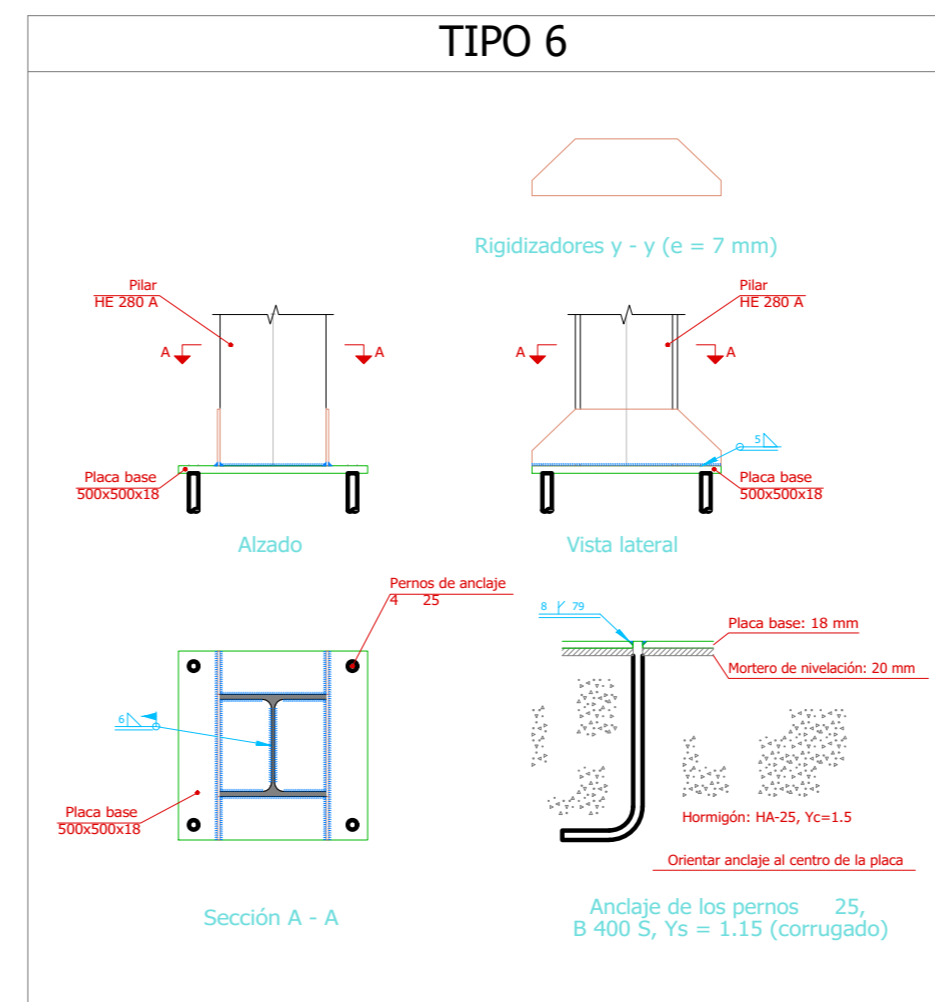
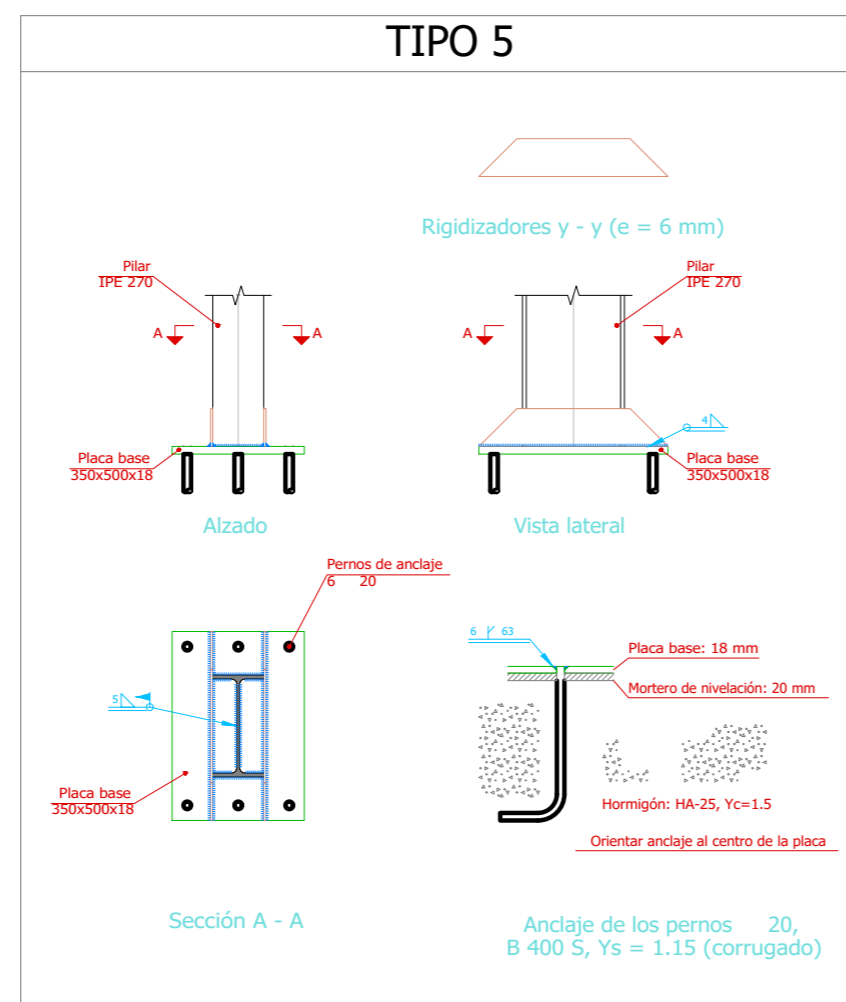
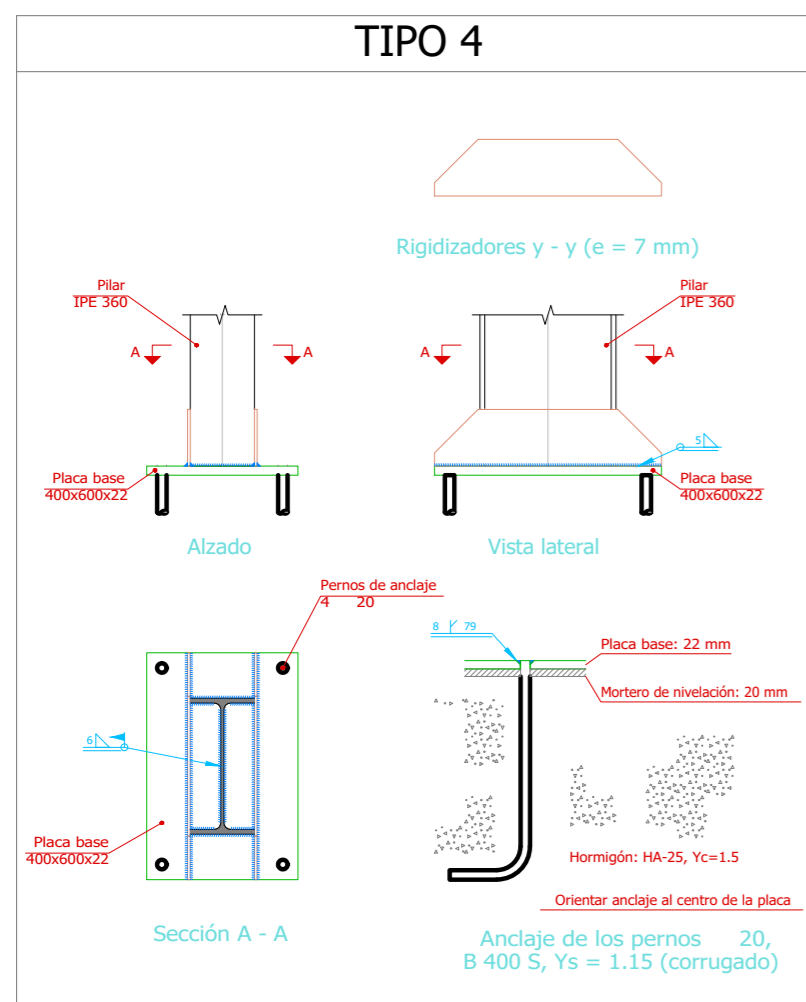
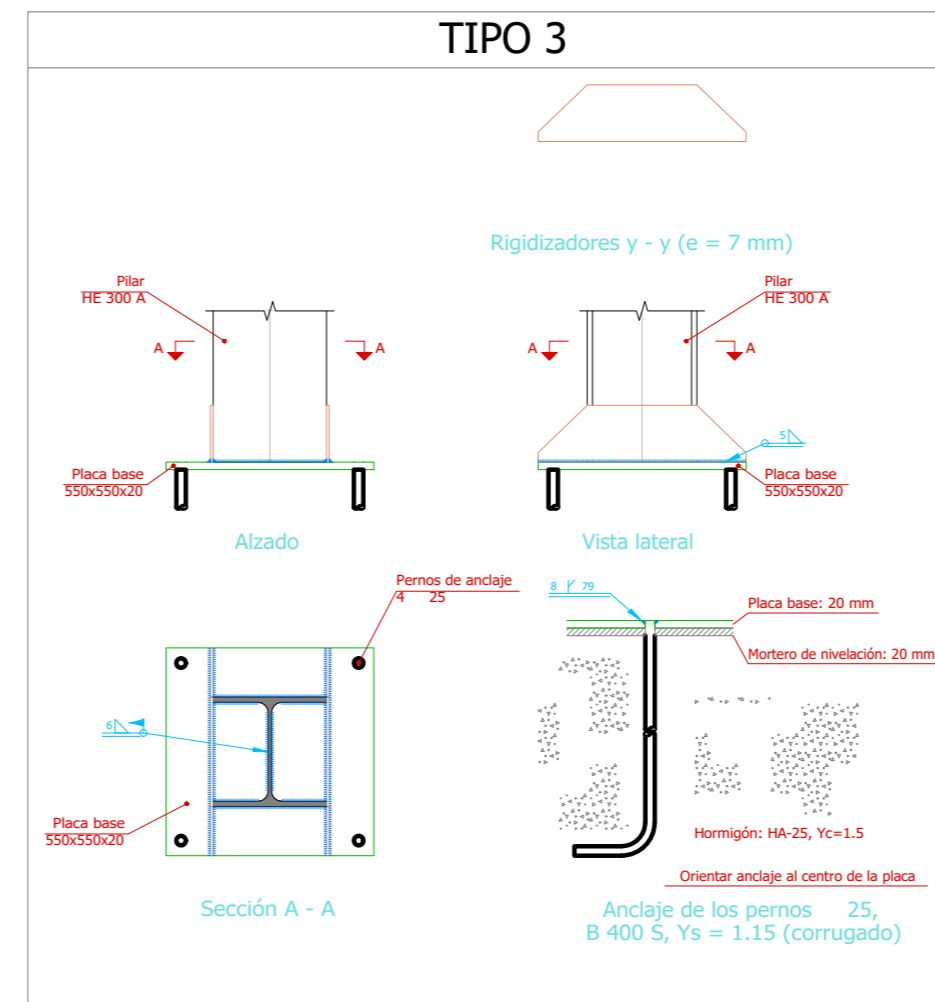
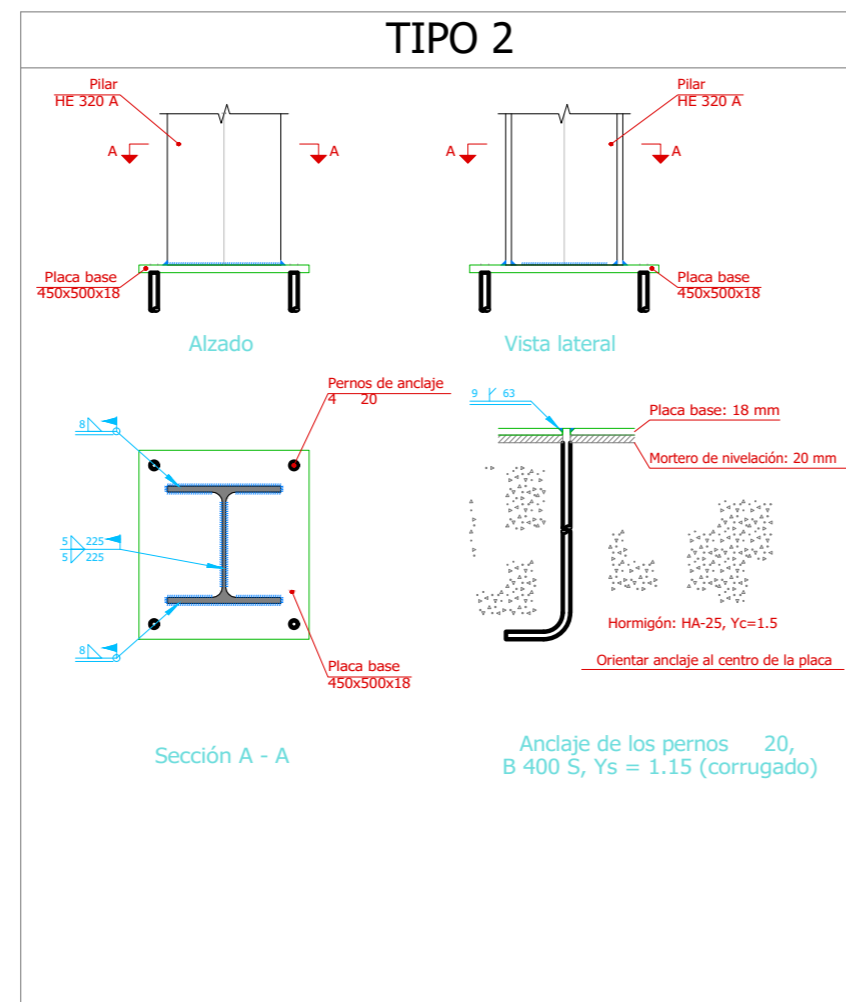
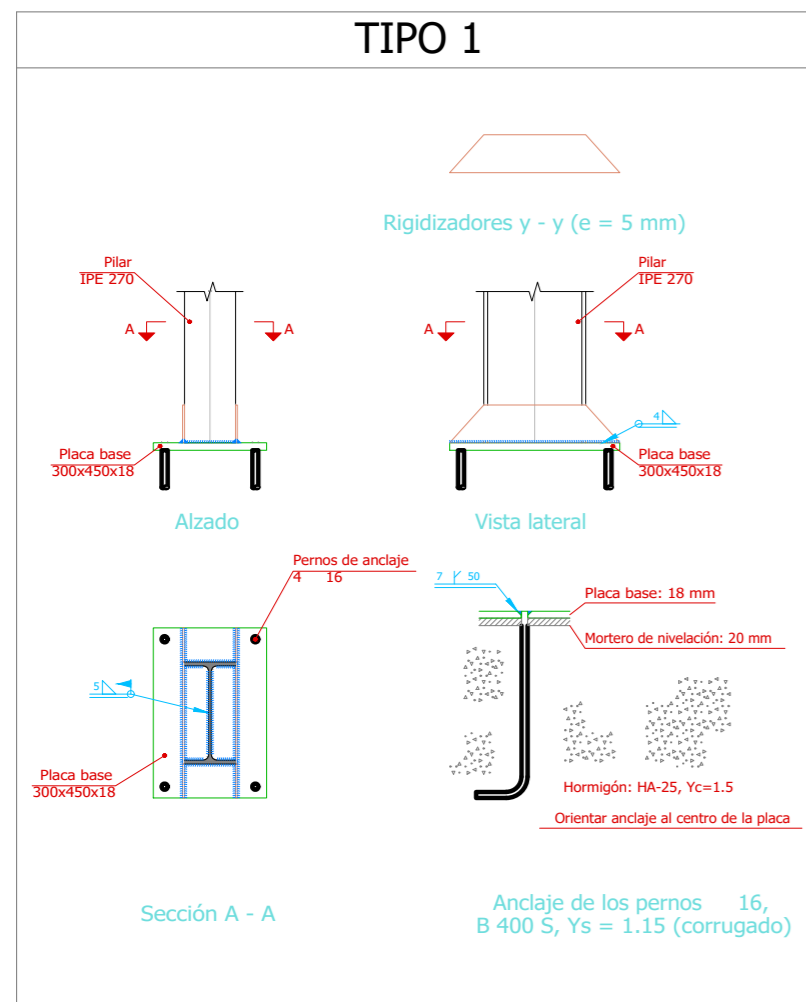
Proyecto: CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO

Situación: CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN)

Trazado: LAURA GARCÍA GIMÉNEZ

Plano: CIMENTACIÓN

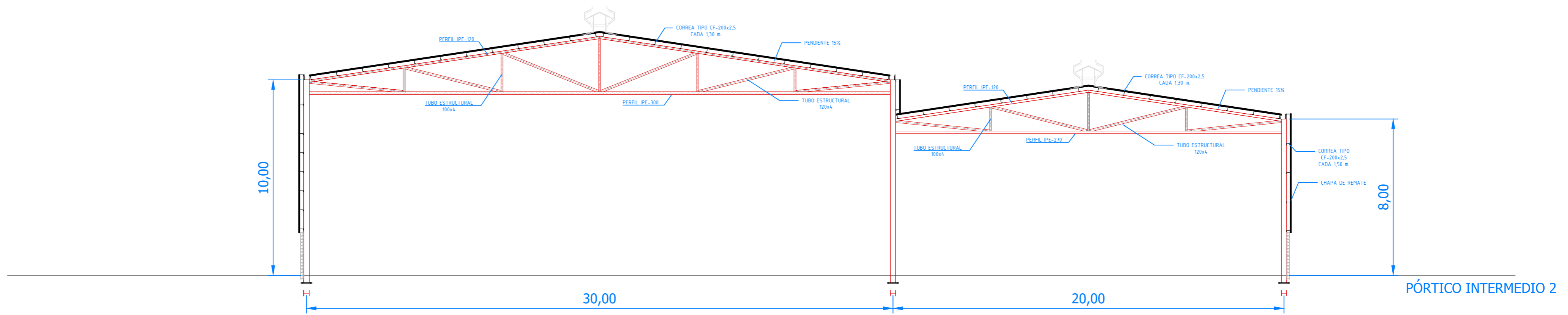
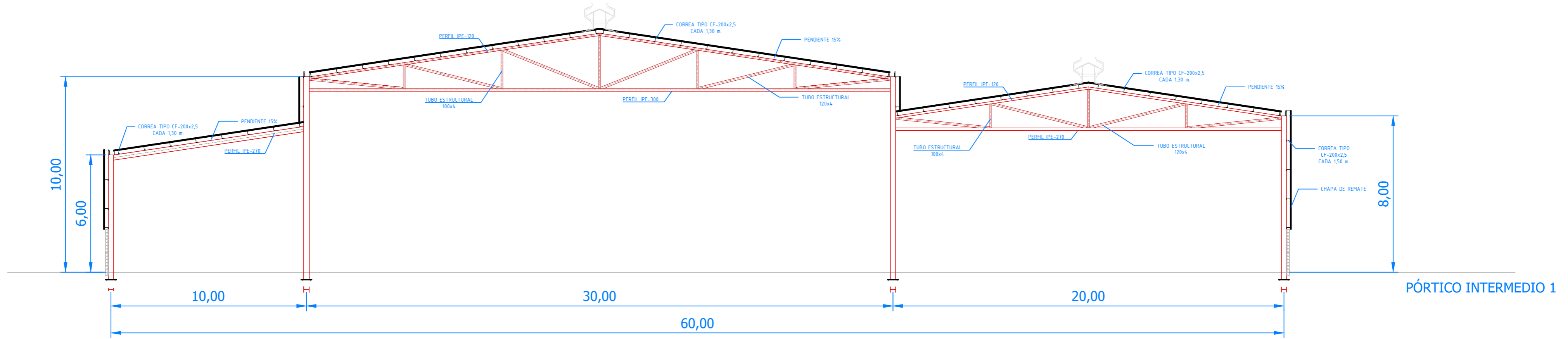
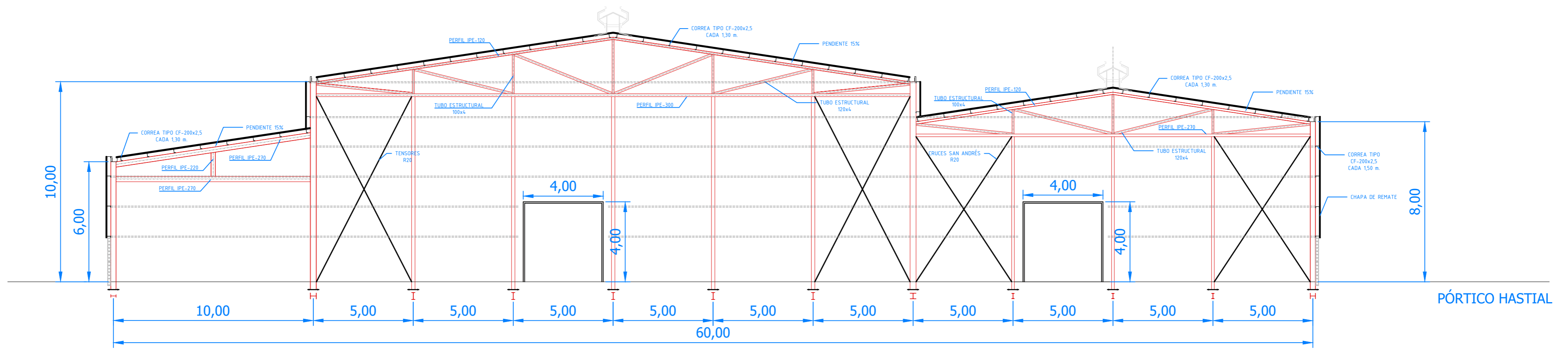
Fecha: 11/05/2020
Escala: 1/150
Plano nº: 4.1



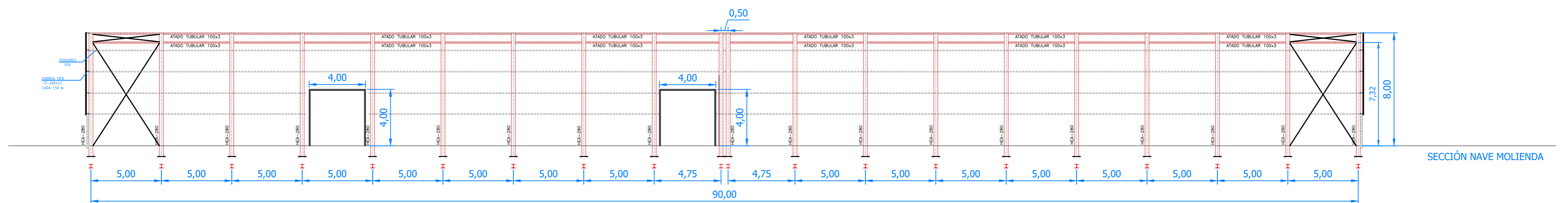
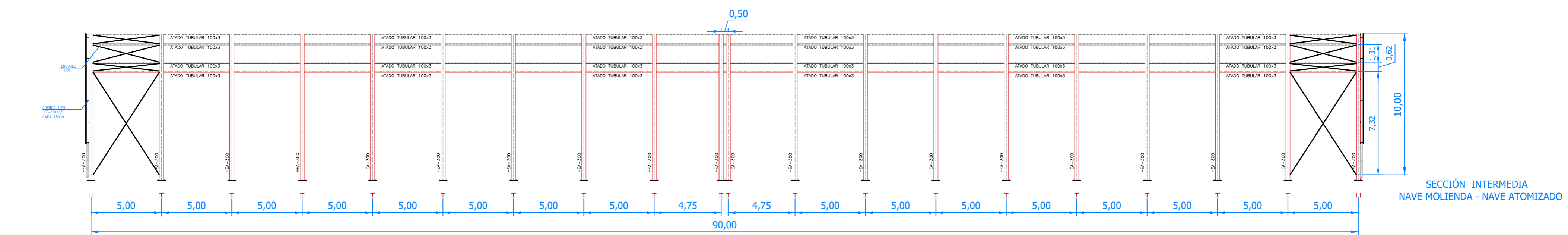
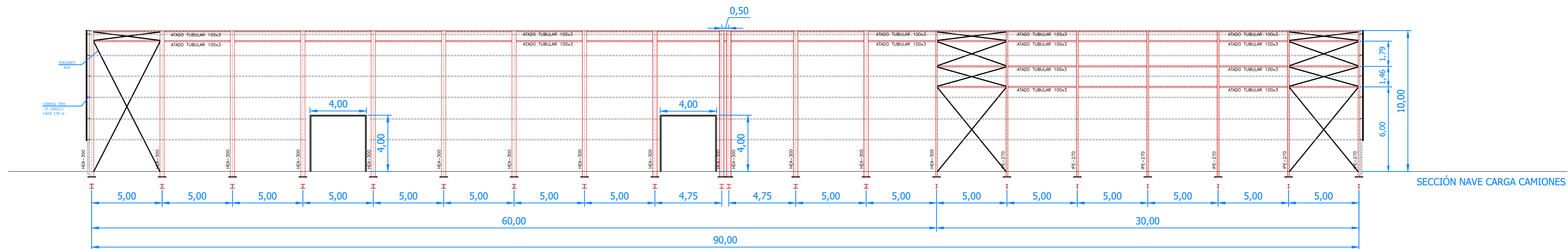
| Cuadro de arranques | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|
| Referencias | Pernos de Placas de Anclaje | Dimensión de Placas de Anclaje |
| N1 y N195 | 4 Pernos 20 | Placa base (450x500x18) |
| N7, N11, N17, N21, N27, N31, N37, N41, N47, N51, N57, N61, N67, N71, N77, N81, N87, N91, N97, N101, N107, N111, N117, N123, N129, N135, N141, N147, N153, N159, N165, N171, N177, N183, N189 y N201 | 4 Pernos 25 | Placa base (550x550x20) |
| N8, N18, N28, N38, N48, N58, N68, N78, N88, N98, N108, N118, N130, N142, N154, N166, N178, N190 y N202 | 4 Pernos 25 | Placa base (500x500x18) |
| N121, N133, N145, N157, N169, N181 y N193 | 4 Pernos 16 | Placa base (300x450x18) |
| N211, N212, N214, N216, N218, N233, N234, N236, N253 y N254 | 4 Pernos 25 | Placa base (400x600x22) |
| N220, N221, N223, N240, N243 y N247 | 6 Pernos 20 | Placa base (350x500x18) |


| Resumen Acero | Long. total (m) | Peso+10% (kg) | Total |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|-------|
| Elemento, Viga y Placa de anclaje | | | |
| B 500 S, Ys=1.15 | 8 | 1029.4 | 447 |
| | 12 | 2405.6 | 2349 |
| | 16 | 7891.4 | 13701 |
| | | | 16497 |

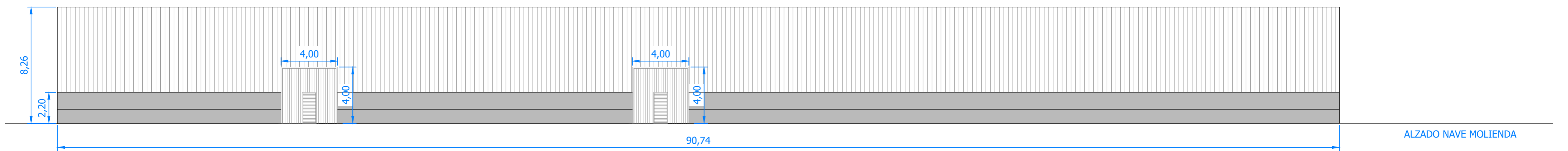
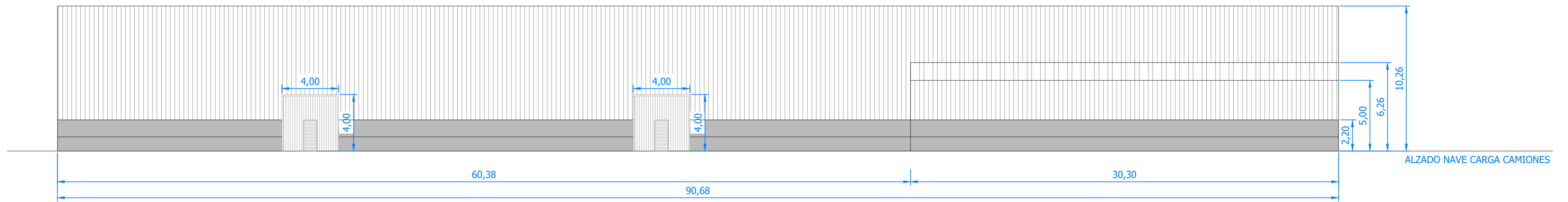
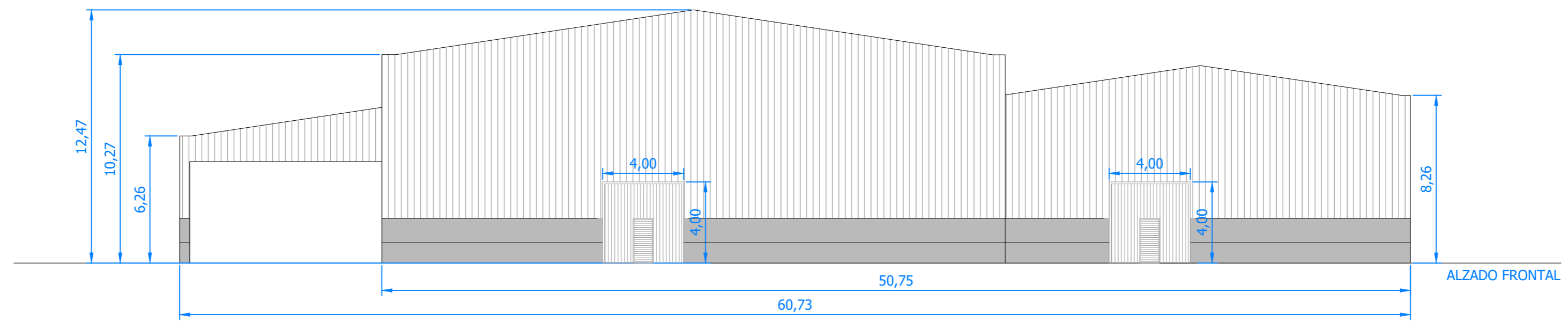
| | | | |
|------------|--|--|--|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | | |
| Plano: | PLACAS DE ANCLAJE | | Fecha: 11/05/2020 Escala: 1/20 Plano nº: 4.2 |




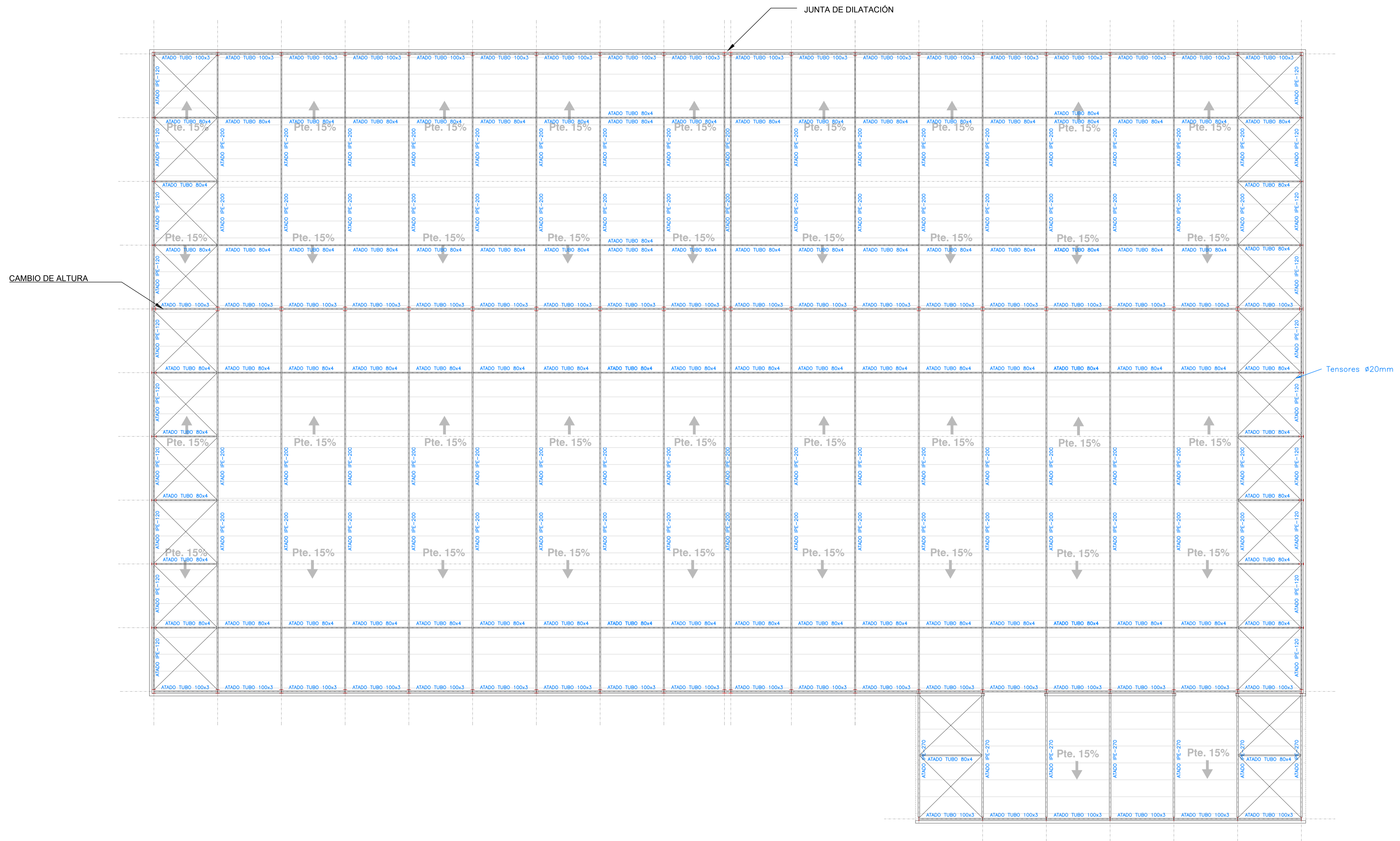
| | | |
|------------|--|----------------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | |
| Plano: |  SECCIONES TRANSVERSALES | Fecha: 11/05/2020 |
| | | Escala: 1/150 |
| | | Plano nº: 5.1 |



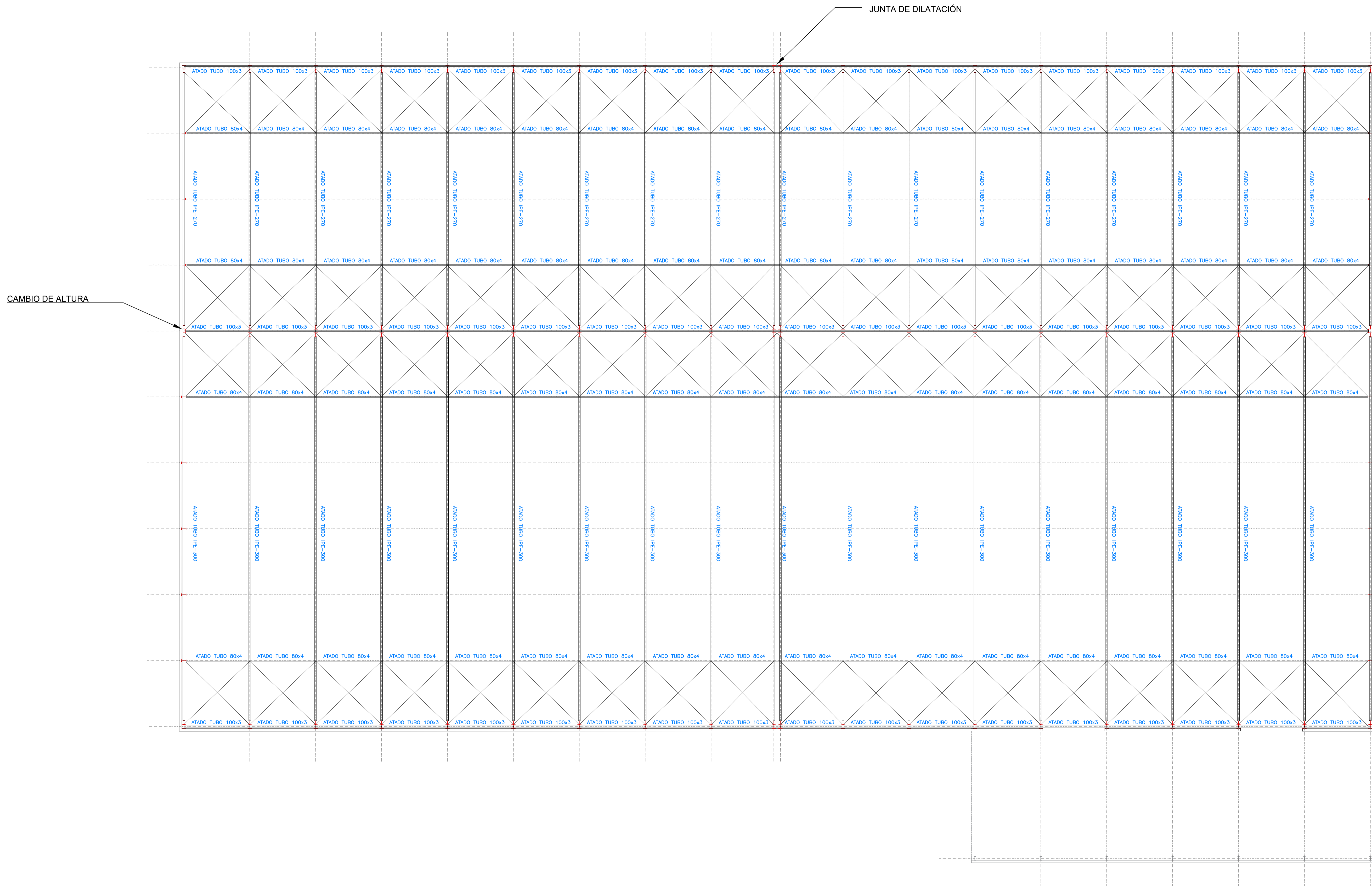
| | | | | |
|---|--|---------------------------------|--|------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | | | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | | | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | | | |
|  | Plano: | SECCIONES LONGITUDINALES | | |
| | Fecha: | | | 11/05/2020 |
| | Escala: | | | 1/200 |
| | Plano nº: | | | 5.2 |




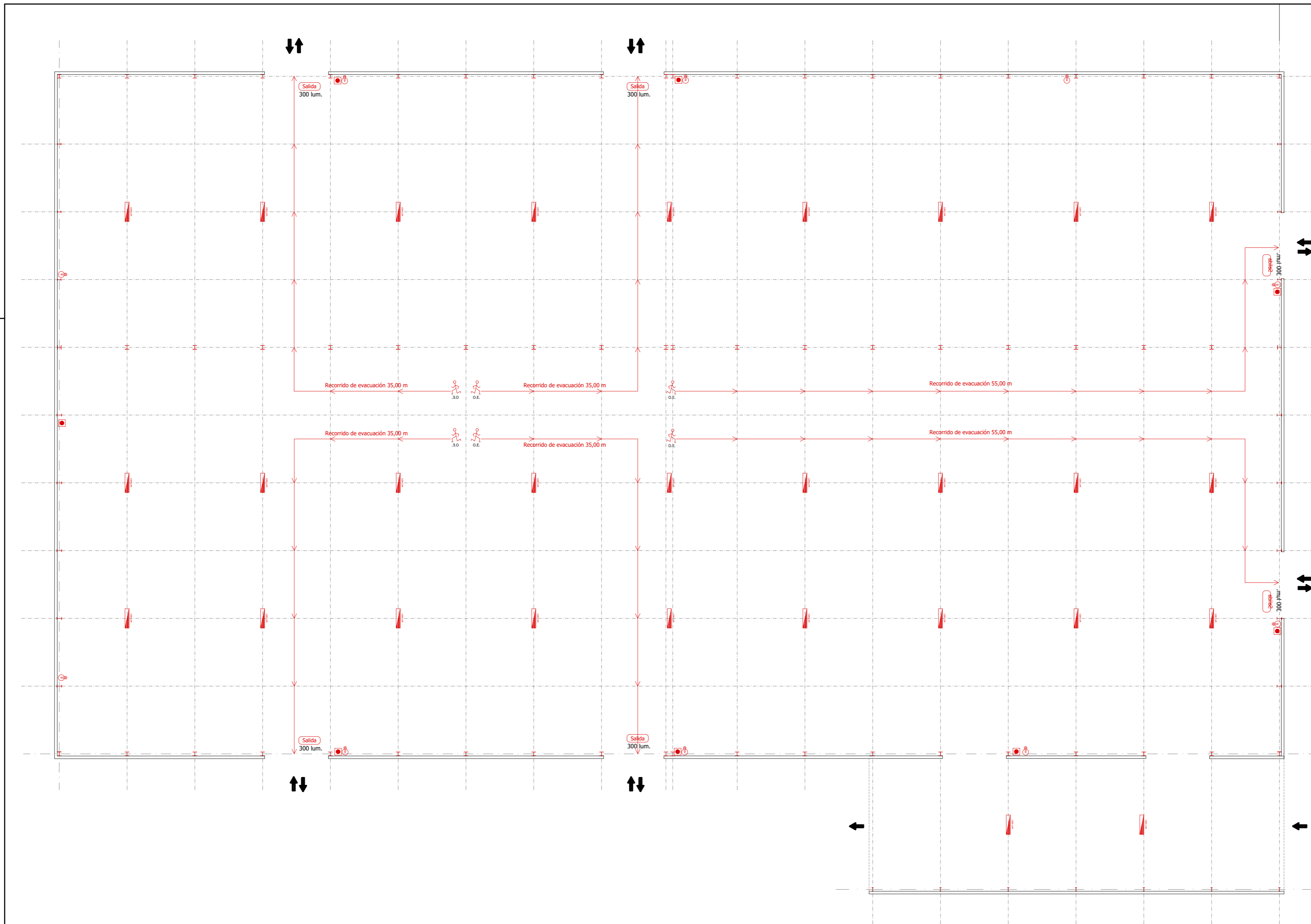
| | | | |
|---|--|------------------|------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | | |
|  | Plano: | <h1>ALZADOS</h1> | Fecha: |
| | | | 11/05/2020 |
| | | | Escala: |
| | | | 1/200 |
| | | | Plano nº: |
| | | | 6 |





| | |
|------------|--|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO |
| Situación: | CAMI DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ |
| Plano: | PLANTA GENERAL. ESTRUCTURA DE CUBIERTA. |
| Fecha: | 11/05/2020 |
| Escala: | 1/150 |
| Plano nº: | 7.1 |



| | | | |
|---|--|---|------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | Fecha: | 11/05/2020 |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | Escala: | 1/150 |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | Plano nº: | 7.2 |
|  | | PLANTA GENERAL. ARRIOSTRAMIENTOS EN CUBIERTA | |



| LEYENDA | |
|---|-------------------------------|
|  | LUMINARIAS SALIDA |
|  | LUMINARIAS EMERGENCIA LED 10W |
|  | EXTINTORES |
|  | PULSADORES |
|  | ORIGEN DE EVACUACIÓN |
|  | O.E. |

| | | | | |
|---|--|--------------------------------------|---|------------|
| Proyecto: | CÁLCULO ESTRUCTURAL Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS DE UN CONJUNTO DE NAVES INDUSTRIALES PARA PLANTA DE ATOMIZADO | | | |
| Situación: | CAMÍ DE RATILS, S/N. 12200 ONDA (CASTELLÓN) | | | |
| Trazado: | LAURA GARCÍA GIMÉNEZ | | | |
|  | Plano: | PROTECCIONES CONTRA INCENDIOS | | |
| | Fecha: | | | 11/05/2020 |
| | Escala: | | | 1/200 |
| | | Plano nº: | 8 | |