

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Grado***

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE  
INDUSTRIAL EN LOS CORRALES DE  
BUELNA**  
(STRUCTURAL DESIGN OF AN INDUSTRIAL  
BUILDING IN LOS CORRALES DE BUELNA)

Para acceder al Título de

**GRADUADA EN INGENIERÍA MECÁNICA**

**Autor: Clara Hernández Herrera**

**Septiembre – 2024**



## RESUMEN

El siguiente proyecto, titulado “Diseño Estructural de Nave Industrial en Los Corrales de Buelna”, tiene como objeto el diseño, cálculo y modelado de una edificación industrial destinada al mecanizado de manguetas de vehículos automóviles para la empresa Nissan Motor Ibérica S.A.

Este forma parte del Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Mecánica realizado por Clara Hernández Herrera, estudiante de último curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación; y se ha realizado bajo la supervisión de Haydee Blanco Wong y Yosbel Boffill Orama, profesores del departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica.

El diseño de la nave y su envolvente se ha llevado a cabo en un entorno BIM. Esto significa que se ha utilizado una metodología digital colaborativa que integra todos los aspectos del proyecto en un modelo virtual tridimensional.

La nave proyectada de planta rectangular y dimensiones de 84 x 49 m, consiste en una estructura metálica cimentada en zapatas aisladas cuadradas y formada por 15 pórticos a dos aguas, cuyos pilares alcanzan los 6 m de altura en fachada y 8,45 m en cumbrera. En el diseño también se incluye un forjado de oficinas a 3 m del nivel principal de la nave, un aparcamiento exterior.

La edificación se encuentra situada en Los Corrales de Buelna y colinda con la fábrica de la empresa Nissan Motor Ibérica S.A, a la que presta servicio.

El presupuesto de ejecución material asciende a 1.058.912,11€, a los que se le añade un 13% de gastos adicionales, un 6% de beneficio industrial, sumando entonces un total de 1.260.105,41€ Aplicándole el valor del 21% de IVA, el presupuesto final asciende a 1.524.727,55€.

Por último, referir que para el desarrollo de este proyecto se han utilizados los siguientes programas:

- *AutoCAD.*
- *Robot Structural Analysis.*
- *Revit.*
- *Arquímedes.*



## ABSTRACT

The following project, titled "Structural Design of an Industrial Building in Los Corrales de Buelna," aims to design, calculate, and model an industrial facility intended for the machining of automotive steering knuckles for the company Nissan Motor Ibérica S.A.

This project is part of the Final Degree Project in Mechanical Engineering carried out by Clara Hernández Herrera, a final-year student of the Bachelor's Degree in Mechanical Engineering at the School of Industrial and Telecommunication Engineering. It has been completed under the supervision of Haydee Blanco Wong and Yosbel Boffill Orama, professors in the Department of Structural and Mechanical Engineering.

The design of the building and its envelope was carried out in a BIM environment. This means that a collaborative digital methodology was used, integrating all aspects of the project into a three-dimensional virtual model.

The projected building, with a rectangular floor plan and dimensions of 84 x 49 meters, consists of a metal structure founded on isolated square footings and formed by 15 gabled frames, with columns reaching 6 meters in height at the facade and 8.45 meters at the ridge. The design also includes an office floor at 3 meters above the main level of the building, as well as an exterior parking area.

The building is located in Los Corrales de Buelna and borders the Nissan Motor Ibérica S.A. factory, to which it provides service.

The construction budget amounts to 1.058.912,11€, to which an additional 13% for expenses and a 6% for industrial profit are added, resulting in a total of 1.260.105,41€. Applying a 21% IVA, the final budget amounts to 1.524.727,55€.

Finally, it should be noted that the following programs were used for the development of this project:

- *AutoCAD*
- *Robot Structural Analysis*
- *Revit*
- *Arquímedes*



# ÍNDICE GENERAL

## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

1. Objeto y alcance del proyecto.
2. Antecedentes.
3. Memoria descriptiva del proyecto.
4. Memoria constructiva del proyecto.
5. Normas y referencias
6. Anejos
  - Cartografía y topografía.
  - Geología y geotecnia.
  - Efectos Sísmicos.
  - Climatología e Hidrología.
  - Criterios de dimensionamiento.
  - Plan de obras.
  - Gestión de residuos.
  - Estudio de Seguridad y Salud.
  - Seguridad contra incendios.
  - Acciones sobre la edificación.
  - Cálculo de cimentaciones
  - Cálculo estructural.
  - Cálculo de uniones.
  - Fotografías.

## DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1. Situación de la nave industrial.
2. Parcela y edificabilidad.
3. Distribución de los espacios.
4. Cimentaciones.
5. Vista 3D General de la estructura.
6. Planta, alzado y perfil de la estructura.
7. Vista 3D de la estructura con cerramientos y solera.



8. Forjado de oficinas.
9. Uniones de pórtico de fachada.
10. Uniones de pórtico interior.

### **DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS**

1. Introducción.
2. Disposiciones generales.
3. Descripción de la obra.
4. Iniciación de las obras.
5. Desarrollo y control de la obra.
6. Obligaciones y derechos del contratista.
7. Medición y abono.
8. Protección del entorno.
9. Recepción y liquidación.
10. Materiales.
11. Unidades de obra.

### **DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO**

1. Mediciones.
2. Cuadro de precios Nº1.
3. Cuadro de precios Nº2.
4. Presupuesto.
5. Resumen del presupuesto.

# DOCUMENTO N°1: MEMORIA Y ANEJOS



## CONTENIDO

1	OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO .....	3
1.1	OBJETO Y MOTIVACIÓN .....	3
1.2	ALCANCE .....	3
1.3	AGENTES INTERVINIENTES.....	4
1.4	ESTRUCTURA DEL PROYECTO .....	4
2	ANTECEDENTES .....	5
2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS NAVES INDUSTRIALES .....	5
2.2	HERRAMIENTAS DE CÁLCULO. ENTORNO BIM .....	5
3	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.....	7
3.1	EMPLAZAMIENTO .....	7
3.2	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	8
3.3	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	8
3.4	ESTUDIOS SÍSMICOS.....	9
3.5	CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA .....	9
3.6	DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	9
3.7	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA.....	11
3.8	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	12
3.9	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	12
3.10	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS .....	12
3.11	PLANOS .....	13
3.12	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS (PPTP).....	13
3.13	PRESUPUESTO Y MEDICIONES .....	13
3.14	DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO.....	13
4	MEMORIA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO .....	15
4.1	BASES DE CÁLCULO .....	15



4.2	ASPECTOS GEOTÉCNICOS CONSIDERADOS.....	15
4.3	SISTEMA ESTRUCTURAL.....	15
4.3.1	Cimentación.....	15
4.3.2	Descripción de la estructura portante.....	15
4.4	SISTEMA ENVOLVENTE .....	18
4.4.1	Cerramiento de cubierta .....	18
4.4.2	Cerramiento de fachadas .....	18
4.5	SOLERA.....	19
4.6	FORJADO DE OFICINA .....	19
4.7	MÉTODOS DE CÁLCULO .....	19
5	NORMAS Y REFERENCIAS .....	20



# 1 OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

## 1.1 OBJETO Y MOTIVACIÓN

La redacción del presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objeto definir las actuaciones necesarias para la ejecución de una nave industrial cuyo propósito es el mecanizado de manguetas de dirección dedicadas a la automoción, comprendiendo únicamente la parte constructiva de la instalación. Por ende, será necesaria la ayuda de un equipo que elabore la parte del Proyecto relativa a las instalaciones.

La nave estará situada en una parcela colindante a la planta de Nissan Motor Ibérica S.A, en la localidad de Los Corrales de Buelna, y servirá de apoyo a esta. Situada a 40 km de Santander, la fábrica de Nissan en Los Corrales de Buelna (Nissan Motor Ibérica SA) es la filial española de la multinacional japonesa Nissan, dedicada a la fabricación de vehículos de motor. Se trata de una de las plantas de fundición y mecanizado más importantes de Europa.

En la planta existente en Los Corrales de Buelna se realiza el proceso completo de fundición y mecanizado de piezas de hierro gris y nodular. El hierro gris se emplea en los discos de freno y en otros componentes que requieren una resistencia parecida; mientras que las piezas que precisan una mayor resistencia, como es el caso de las manguetas de dirección, utilizan el hierro nodular como material.

Con la intención de asegurar que las plantas de ensamblaje a las que se suministra nunca queden desabastecidas, el trabajo en las líneas de producción de Los Corrales de Buelna no se detiene en ningún instante, trabajando día y noche.

Las manguetas fabricadas en la nave diseñada para este proyecto serán de hierro nodular y se realizarán en un centro de mecanizado de 4 ejes. Un centro mecanizado consiste en una máquina automatizada diseñada para realizar múltiples operaciones de maquinado en una sola configuración, bajo control numérico por computadora (CNC), con la mínima intervención humana y sin necesidad de mover la pieza de trabajo entre diferentes máquinas. Realiza operaciones como fresado, taladrado, roscado o mandrinado. Esta máquina reduce el tiempo de producción, aumenta la eficiencia y realiza mecanizados de alta precisión.

## 1.2 ALCANCE

El proyecto se centrará en el cálculo estructural y el diseño de la envolvente del edificio, sin tener en cuenta las instalaciones. Para ello se utilizará la metodología BIM (*Building Information Modeling*).



Se realizará un primer boceto de la distribución interna de la nave con la herramienta *Autodesk AutoCAD*, luego el dimensionamiento de la estructura se desarrollará mediante el programa *Autodesk Robot Structural Analysis* y, por último, se volcarán los datos en *Autodesk Revit* para el modelado 3D y la obtención de planos.

### 1.3 AGENTES INTERVINIENTES

Este proyecto, cuyo título es “Diseño estructural de nave industrial en Los Corrales de Buelna”, forma parte del encargo recibido por parte de la Universidad de Cantabria para optar al título de graduado en Ingeniería Mecánica.

El proyecto ha sido realizado bajo la tutela de Haydee Blanco Wong y Yosbel Boffill Orama, profesores del Departamento de Ingeniería Estructural y Mecánica de la Universidad de Cantabria.

La redacción ha sido realizada por Clara Hernández Herrera, alumna del Grado en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Cantabria.

### 1.4 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

El presente proyecto se encuentra dividido en cuatro documentos, los cuales se procede a describir a continuación:

El documento N°1 titulado “**Memoria y Anejos**” contiene: el objeto y alcance del proyecto, los antecedentes, una memoria descriptiva, una constructiva, numerosos anejos y una bibliografía. Con este documento pretende reunirse toda la información necesaria para comprender el diseño del proyecto expuesto. Se hablará de las bases y pautas del desarrollo del proyecto (Objeto y alcance), las investigaciones y trabajos previos a la realización del proyecto (Antecedentes), técnicas de construcción y materiales (Memoria descriptiva), información sobre la envolvente de la nave (Memoria constructiva), entre otros muchos aspectos. Por su parte, en los anejos quedará expuesto de forma más detallada lo comentado anteriormente.

Por otro lado, tendremos un documento N°2 titulado “**Planos**” en el cual se reúne toda la información necesaria para llevar a cabo la construcción de la nave industrial objeto del presente proyecto.

Posteriormente, el documento N°3, denominado “**Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares**” o PPTP, trata de una pauta en la que se recogen los distintos pasos de los que consta el proyecto y de las obligaciones de cada persona en la obra.



El último documento sería el Nº4, llamado “**Mediciones y presupuestos**”, donde se recogen los precios de los diferentes elementos que componen el proyecto.

## **2 ANTECEDENTES**

### **2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS NAVES INDUSTRIALES**

Una nave industrial es una edificación destinada, generalmente, para uso industrial (almacenamiento, producción, etc.). La estructura tiene que estar dimensionada para que pueda soportar las acciones climáticas, sísmicas y las provocadas por la actividad desarrollada en su interior. Con este tipo de proyecto se busca una construcción rápida y económica, gracias a los materiales de los que están fabricadas.

Los elementos que conforman una nave industrial son:

- Pilares: se trata de los elementos verticales encargados de transmitir todo tipo de cargas (viento, peso propio, impacto, etc.) desde la cubierta hasta la cimentación.
- Dinteles o cerchas: son los elementos encargados de transmitir la carga desde la cubierta a los pilares.
- Correas: se trata de las viguetas que descansan sobre los dinteles y sobre las que se fija la cubierta. Estas transmiten todo el peso de la cubierta y el que actúe sobre esta.
- Cubierta: sirve como cerramiento superior de la nave, sobre la que actúan una serie de cargas.
- Elementos de arriostramiento: sirven para rigidizar y dar estabilidad a la estructura impidiendo o limitando parcialmente los desplazamientos y deformaciones de esta.
- Cartelas: se trata de elementos planos constituidos por chapas cuyo principal objetivo es materializar los nudos y cualquier tipo de transmisión de esfuerzos entre elementos.
- Uniones: son las encargadas de transmitir las cargas entre los elementos.
- Placas de anclaje: tipo de unión, cuya función estructural es repartir y transmitir la carga desde el pilar hasta la cimentación.
- Cimentaciones: son elementos estructurales que tienen como función transmitir las cargas y proporcionar un anclaje de la estructura al terreno.

### **2.2 HERRAMIENTAS DE CÁLCULO. ENTORNO BIM**

Para el desarrollo del proyecto se ha empleado la metodología BIM, la cual nos permite disponer de un modelo de diseño totalmente sincronizado.

El BIM es una metodología de trabajo colaborativa que permite la creación y gestión integral de proyectos de construcción, en todas sus fases y durante todo el ciclo de vida del edificio, permitiendo la gestión de este y reduciendo los costes de operación (Imagen nº 1).

Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basado en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

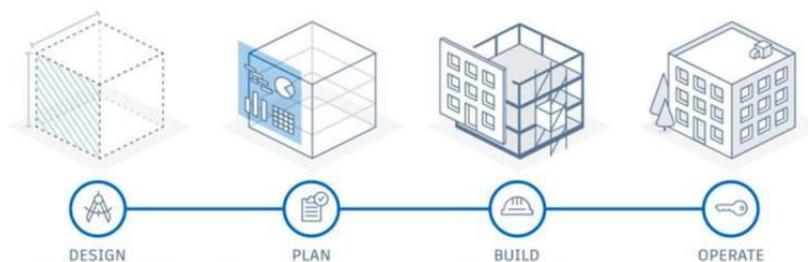


IMAGEN Nº 1: ILUSTRACIÓN BIM.

Ventajas del uso del entorno BIM:

- Conexión de equipos, flujos de trabajo y datos durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- Trabajo colaborativo y multidisciplinar.
- Se minimizan errores de construcción.
- Optimización de recursos.
- Garantiza la consistencia e integridad de la información durante todo el ciclo de vida de un proyecto.
- Facilita la realización de modificaciones y actualizaciones en los proyectos.

Desventajas del uso del entorno BIM:

- Inversión económica para su implantación.
- Formación de empleados.
- Etapa de transición o adaptación a la nueva metodología.

Para este proyecto se utilizaron los siguientes programas del marco BIM:

- *Autodesk AutoCAD*: este programa fue utilizado en la primera parte del proceso de diseño para poder dimensionar el flujo de trabajo y la disposición interna de la nave.
- *Autodesk Robot Structural Analysis*: usado para el dimensionamiento y cálculo de la nave.



- *Autodesk Revit*: este programa ha sido utilizado para el visionado 3D de la estructura y la generación de los planos presentados en los Anejos del presente proyecto.
- *Arquimedes*: Utilizado para la realización de los presupuestos y mediciones.
- *Microsoft Word*: utilizado para la redacción del proyecto.
- *Microsoft Excel*: usado para cálculos.

Por último, se debe destacar la interoperabilidad entre *Revit* y *Robot Structural Analysis*, lo cual permite un flujo de trabajo muy eficiente. Ambos se encuentran completamente sincronizados, permitiendo transmitir información de uno a otro indistintamente.

### 3 MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

#### 3.1 EMPLAZAMIENTO

La nave proyectada en este documento se encuentra en la parcela nº3 del polígono 40960 en el municipio de Los Corrales de Buelna, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cantabria (Imagen nº 2). Dicho municipio cuenta con una población de 11513 habitantes y una superficie de 46,3 km<sup>2</sup>. La parcela de estudio se encuentra en la calle Jose María Quijano, entre la Estación FEVE Los Corrales y la zona Industrial perteneciente a la empresa Nissan Ibérica (Imagen nº 3). El hecho de que esta nave esté pensada para dar apoyo en la producción de la fábrica de Nissan, y su proximidad a la zona industrial de dicha empresa, nos favorece a la hora de llevar a cabo el transporte de materiales. Además, se dispone de una buena conexión con la autovía A-67 y la Carretera Nacional N-611.

La parcela elegida (dispuesta en rojo en la Imagen nº 3), en el momento de la redacción del proyecto, es privada y se encuentra en estado de abandono. Cuenta con una superficie de 11.510 m<sup>2</sup>, según el catastro, y será comprada por la empresa para la ubicación de la nave. Presenta una edificación en ruinas que habrá que demoler y el resto de la parcela se encuentra cubierta de hierba y maleza.

Las coordenadas geográficas de la parcela son aproximadamente:

- Longitud: W 04°03'46.4''
- Latitud: N 43°15'19.3''

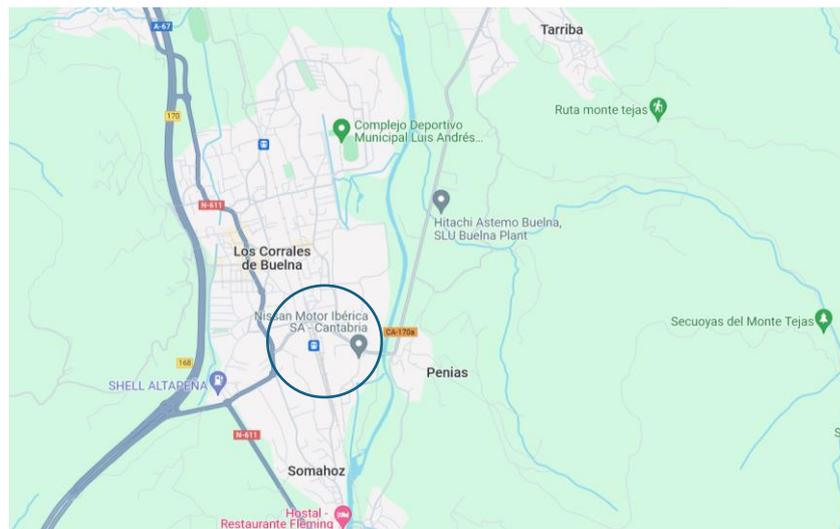


IMAGEN Nº 2: MAPA DE LOS CORRALES DE BUELNA

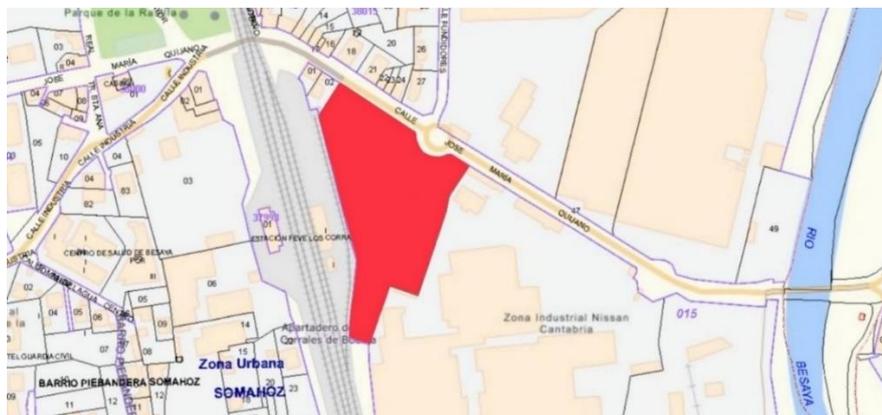


IMAGEN Nº 3: LOCALIZACIÓN PARCELA

### 3.2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El desarrollo del presente proyecto ha sido posible gracias a una cartografía adecuada, tanto a escalas generales como aquella más detallada. Nos hemos centrado principalmente en las cartografías expuestas a continuación:

- Mapa topográfico nacional a escala 1/25.000.
- Base topográfica armonizada de Cantabria de 2007 a escala 1/5.000 (Hoja 0058-3-4).

Se dotará de más información sobre este apartado en el Anejo Nº1 “Cartografía y Topografía” del presente proyecto.

### 3.3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Un estudio geotécnico consta de una campaña de reconocimiento del terreno y un posterior informe geotécnico de la parcela. Dado que el proyecto es de carácter educativo, no se dispone



de medios para la realización de un estudio geotécnico de la zona. Por ello, se ha de definir un supuesto perfil de terreno basado en la información obtenida de fuentes geológicas, las cuales dan una solución aproximada del carácter del terreno.

Por tanto, la recopilación de información sobre las condiciones geológicas del emplazamiento se ha realizado mediante sistemas de información geográfica como pueden ser los mapas geológicos del IGME. Dicha información puede consultarse en el Anejo Nº2 “Geología y Geotecnia” del presente proyecto.

### **3.4 ESTUDIOS SÍSMICOS**

Aplicando la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02), aprobada por RD 997/2002 de 27 de septiembre y publicada en el BOE de 11 de octubre de 2002; se especifica que no es necesario tener en cuenta los efectos sísmicos para la elaboración del proyecto. Aún así, se ha incluido un anejo donde se trata la normativa y se justifica detalladamente por qué no es necesario tener en cuenta este estudio. Dicho anejo corresponde con el Nº3 “Efectos Sísmicos”.

### **3.5 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA**

La zona de estudio se encuentra en el municipio de Los Corrales de Buelna, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cantabria.

Se trata de un área con una cota sobre el nivel del mar de aproximadamente 90 m. El clima predominante es el típico de la zona costera de Cantabria: clima de tipo oceánico, con inviernos suaves, veranos frescos; siendo un lugar húmedo y de frecuentes lluvias durante todo el año.

Para mayor detalle consultar el Anejo Nº4 denominado “Climatología e Hidrología”.

### **3.6 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La obra del presente proyecto será llevada a cabo según las siguientes normativas:

- Hormigón: Código Estructural
- Aceros laminados: CTE DB SE-A
- Aceros conformados: CTE DB SE-A
- Cimentación: CTE DB SE-C

En este sentido, cabe referir que las normativas para las estructuras de acero y hormigón han sido unificadas en un único código. El 29 de junio de 2021 se aprobó el Real Decreto 470/2021, en él se aprueba una nueva normativa llamada el Código Técnico Estructural, el cual es un



reglamento que regula las estructuras de hormigón, de acero y las mixtas de hormigón-acero, tanto de edificación como de obra civil. El Código Estructural sustituye a la anterior Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 (aprobada por el Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio) y la Instrucción de Acero Estructural EAE (aprobada por el Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo).

A la hora de tomar una decisión sobre la solución final de la nave, se ha tenido en cuenta una serie de factores:

- Facilidad para la movilidad de camiones.
- Cercanía a vías de comunicación.
- Cercanía a la fábrica a la que se da servicio.
- Disponibilidad del espacio suficiente.

El uso principal de la nave, y para el cual ha sido diseñada, es el mecanizado de manguetas de automóviles. Dado a que las líneas son de carácter robotizado, y que ello conlleva una gran inversión, se ha previsto que la nave sea construida únicamente para este fin. Aun así, en el diseño de la estructura y la instalación de la maquinaria se han contemplado posibles modificaciones en el flujo y la actividad interior de la nave. En consecuencia, se han dejado pasillos con suficiente espacio para que grúas compactas puedan pasar, levantar y mover la maquinaria. Es por ello por lo que se ha escogido también cerramientos de paneles sándwich, ya que tienen la ventaja de ser desmontables en caso de que se requiera introducir maquinarias grandes en el interior de la nave.

Para el diseño de la nave serán estudiados y analizados los distintos tipos de materiales en el mercado, eligiéndose el más conveniente para nuestro caso. Además, debemos buscar el sistema de cimentación teniendo en cuenta los elementos estructurales seleccionados y los datos geotécnicos del terreno que la sustenta.

Una vez elegido los elementos estructurales se procederá a su descripción y a la comprobación de la capacidad resistente de los principales, basándonos en las normativas vigentes, así como en las cargas variables y permanentes aplicadas.

En cuanto al diseño estructural, inicialmente se barajaron dos posibles opciones, una con pilar interior en cumbrera (Imagen nº 4) y otra sin este (Imagen nº 5). Se decidió que la mejor alternativa sería disponer de pilares en cumbrera ya que aportaba mayor rigidez a la estructura, y en consecuencia, los elementos principales presentarían una menor sección.

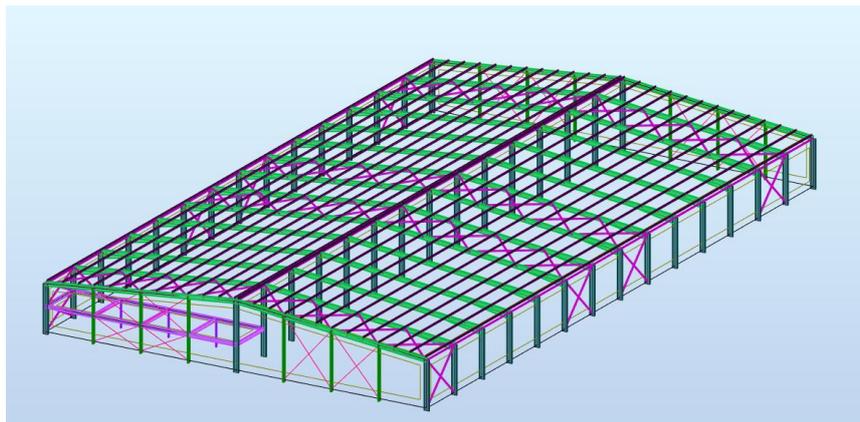


IMAGEN Nº 4: OPCIÓN NAVE INDUSTRIAL CON PILAR EN CUMBRERA

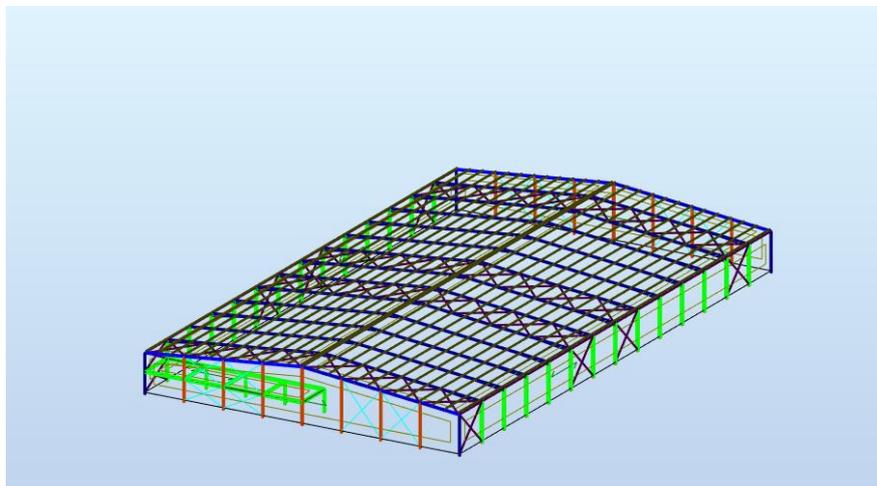


IMAGEN Nº 5: OPCIÓN NAVE INDUSTRIAL SIN PILAR EN CUMBRERA

Este apartado 3.6. quedará reflejado de forma detallada en el Anejo Nº5 denominado “Criterios de dimensionamiento”.

### **3.7 PLANIFICACIÓN DE LA OBRA**

Atendiendo a las características de la obra, su entidad y de los estudios realizados, se proporciona una planificación estimada de la obra y un plazo final de ejecución de la obra. Dicho plazo es de 157 días laborales.

En el Anejo Nº6 (“Plan de Obra”) del presente proyecto se detalla el plan de obra y las actividades a desarrollar en ese periodo de tiempo.



### **3.8 GESTIÓN DE RESIDUOS**

Dado que no se llevará a cabo ninguna actividad con un riesgo de afección ambiental alto en el presente proyecto, no sería necesaria la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental. Sin embargo, el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (normativa vigente sobre la gestión de residuos) establece la obligatoriedad de incluir un Estudio básico de gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

Dicho estudio será desarrollado en el Anejo N°7, denominado “Gestión de Residuos”.

### **3.9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

En el artículo 4.1. del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, se establece la obligatoriedad de la inclusión, en la fase de redacción del proyecto, de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en el que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 €.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

En el Anejo N°8 “Estudio de Seguridad y Salud” se expone este apartado de forma más detallada.

### **3.10 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS**

La seguridad contra incendios es un aspecto esencial en la planificación y operación de cualquier edificación, ya sea de tipo residencial, comercial, industrial, etc. Los incendios representan una amenaza significativa para la vida humana, la integridad estructural de los edificios y la continuidad de las actividades empresariales. Es por ello, que implementar medidas de seguridad contra incendios no solo asegura el cumplimiento de normativas legales, sino que protege a las personas, a las propiedades y disminuye el riesgo de pérdidas económicas significativas.



En el Anejo Nº9, denominado “Seguridad contra Incendios”, se detallan los procedimientos necesarios para minimizar posibles riesgos.

### **3.11 PLANOS**

El Documento Nº2 (Planos) de este proyecto reúne los diferentes planos (un total de 10) necesarios para llevar a cabo la construcción de nuestra nave.

### **3.12 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS (PPTP)**

En el Documento Nº3 se redacta el PPTP donde condensamos los distintos pasos de los que cuenta el proyecto y las obligaciones de cada persona a la hora de la ejecución de la instalación. También se detallan las condiciones que ha de cumplir el control de calidad, la forma de ejecución en la obra, mediciones y la forma de abonar dichas unidades de obra.

### **3.13 PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

En el Documento Nº4 de este proyecto se recoge la correspondiente información de los presupuestos parciales y totales que componen el proyecto, así como las mediciones de las unidades que lo componen.

### **3.14 DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO**

El proyecto consta de cuatro divisiones principales, las cuales se describen a continuación:

- Documento Nº1: Memoria y anejos.

- Objeto y alcance.
- Antecedentes.
- Memoria descriptiva.
- Memoria constructiva.
- Anejos a la memoria.

Anejo 1: Cartografía y topografía.

Anejo 2: Geología y geotecnia.

Anejo 3: Efectos sísmicos.

Anejo 4: Climatología e hidrología.

Anejo 5: Criterios de dimensionamiento.

Anejo 6: Plan de Obras.



Anejo 7: Gestión de residuos.

Anejo 8: Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Anejo 9: Seguridad Contra Incendios.

Anejo 10: Acciones sobre la edificación.

Anejo 11: Cálculo de cimentaciones.

Anejo 12: Cálculo estructural.

Anejo 13: Cálculo de uniones.

Anejo 14: Fotografías.

- Normas y referencias
- Documento N°2: Planos
  - Plano 1: Situación de la nave industrial.
  - Plano 2: Parcela y edificabilidad.
  - Plano 3: Distribución de los espacios.
  - Plano 4: Cimentación.
  - Plano 5: Vista 3D General de la estructura.
  - Plano 6: Planta, alzado y perfil de la estructura.
  - Plano 7: Vista 3D de la estructura con cerramientos y solera.
  - Plano 8: Forjado de oficinas.
  - Plano 9: Uniones de pórtico de fachada.
  - Plano 10: Uniones de pórtico interior.
- Documento N°3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Documento N°4: Mediciones y presupuestos.
  - Mediciones
  - Cuadro de precios N°1
  - Cuadro de precios N°2
  - Presupuesto
  - Resumen del presupuesto



## **4 MEMORIA CONSTRUCTIVA DEL PROYECTO**

### **4.1 BASES DE CÁLCULO**

El método de cálculo empleado en el proyecto está basado en la verificación de los Estados Límites, Estados Últimos y Estados de Servicio. Con esto se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales a su vez.

Se analizará el comportamiento de la estructura para cada verificación a partir de las combinaciones más desfavorables. Las acciones serán calculadas y definidas en el Anejo Nº9, denominado “Acciones sobre la edificación”. Por su parte, las combinaciones y la comprobación de resultados se realizarán mediante el programa *Robot Structural Analysis*.

### **4.2 ASPECTOS GEOTÉCNICOS CONSIDERADOS**

El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno sobre el que vamos a emplazar nuestra nave, la tipología del edificio previsto y el entorno donde está ubicada la construcción.

Dado que por la naturaleza de este Proyecto no se ha podido realizar un estudio geotécnico, se ha supuesto un perfil del terreno cuya tensión admisible media es de  $2.5 \text{ kg/cm}^2$ , obtenido de la Hoja 11 (5-2), titulada “Reinosa”, del Mapa Geotécnico General.

Esta información se mostrará de forma más detallada en el Anejo Nº2, denominado “Geología y Geotecnia”.

### **4.3 SISTEMA ESTRUCTURAL**

#### **4.3.1 Cimentación**

Dadas las características de la edificación y del terreno, con una capacidad portante del terreno de  $2 \text{ kg/cm}^2$ , la cimentación se ejecutará mediante zapatas cuadradas. Se ha intentado que la mayoría de las cimentaciones sean iguales para agilizar el proceso y disminuir los costes.

Puede ampliarse la información al respecto en el Anejo Nº11, denominado “Cálculo de Cimentaciones”.

#### **4.3.2 Descripción de la estructura portante**

La nave industrial tiene unas dimensiones de 84 m de largo y 49 m de ancho. Corresponde a una estructura metálica formada por perfiles de acero laminado de calidad 2275JR (EN 10025-2). Se

ha decidido por esta tipología edificatoria, ya que las estructuras de acero presentan una serie de ventajas como pueden ser:

- Proporcionan una alta resistencia mecánica.
- Estructura más ligera (frente a otros materiales). Posee una elevada relación resistencia-peso.
- Proporciona grandes luces, por lo que se aprovecha mejor el espacio.
- Se trata de un material homogéneo y de calidad controlada.
- Rápida ejecución.
- Otros.

La nave está compuesta por 15 pórticos a dos aguas con un pilar en cumbre. Los postes de fachada alcanzan los 6 m de altura, llegando hasta 8,45 m en cumbre, generándose así una pendiente de 5,7°.

Los pórticos del sistema estructural pueden dividirse en dos tipos: pórtico de fachada y pórtico interior. Los pórticos de fachada (Imagen nº 6) estarán formados por dinteles de fachada de perfil HEB 500, postes de esquina con perfil HEB 500, poste de cumbre con perfil IPE 600, cruces de San Andrés con perfil ROND 8 y postes de fachada de perfil IPE 360. Por su parte, los pórticos interiores (Imagen nº 7) estarán constituidos por dinteles y postes HEB 500. Durante el diseño del proyecto, y tras el cálculo estructural de los elementos, se ha procedido a homogeneizar los elementos componentes de los pórticos, para facilitar un mejor proceso constructivo de la edificación.

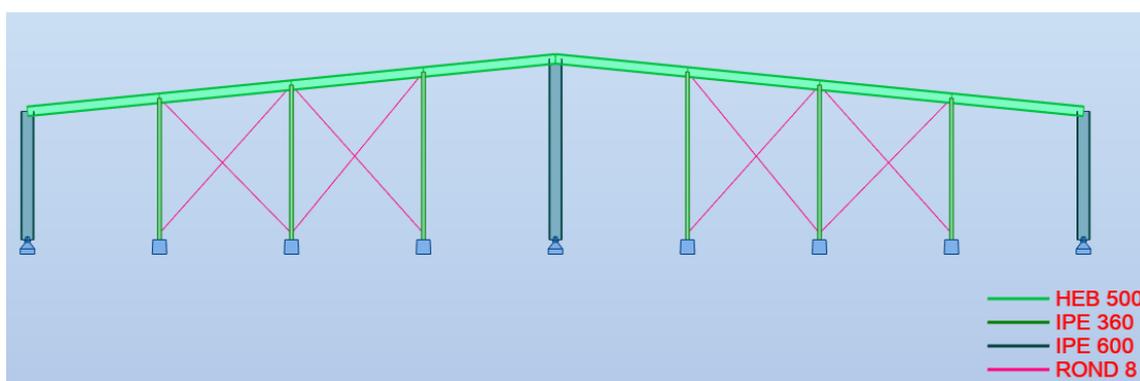


IMAGEN Nº 6: PÓRTICO DE FACHADA

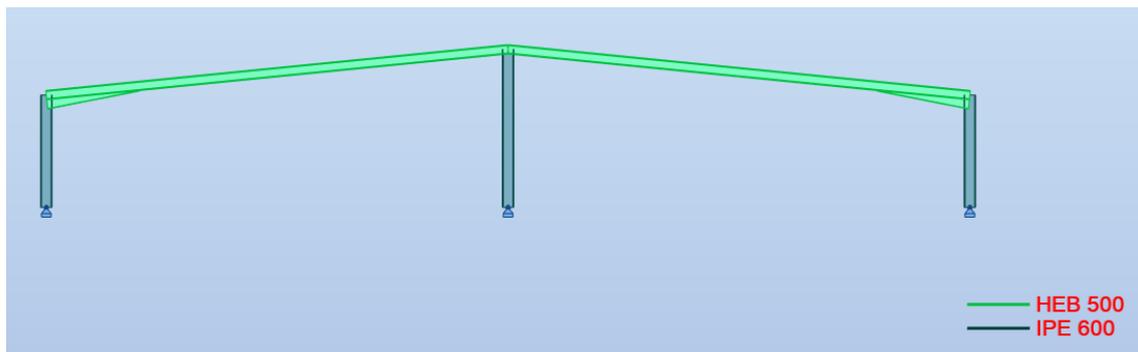


IMAGEN Nº 7: PÓRTICO INTERIOR

En la nave pueden diferenciarse dos zonas principales, una de oficinas, donde habrá una altura de forjado, y una zona de uso industrial. Las oficinas se ubicarán en uno de los frontales y ocuparán la mitad del ancho de la nave, es decir, 24,5 m. Podemos apreciar la ubicación de estas en la Imagen nº 8.

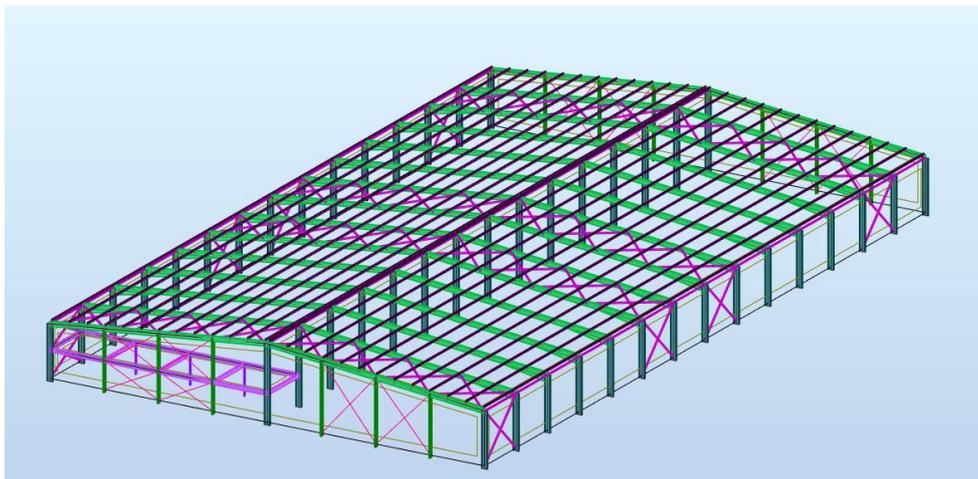


IMAGEN Nº 8: VISTA GENERAL NAVE Y LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE OFICINAS

Los pilares de la nave estarán unidos a la cimentación por medio de placas de anclaje. Estas proporcionan estabilidad y transmiten las cargas verticales y horizontales de la estructura al terreno.

Las vigas de atado se encargarán de proporcionar estabilidad y rigidez a la edificación por medio de la unión de diferentes partes de la estructura. Estas vigas desempeñan un papel crucial en la distribución de cargas y la mitigación de movimientos no deseados. El perfil usado para ellas es un TCAR 120x3.2.

Sobre los dinteles se colocarán las correas de cubierta. Estos elementos que, además de soportar las cargas provenientes de la cubierta, se encargarán de arriostrar los pórticos fuera de su plano,



es decir, en el sentido longitudinal de la nave. Las correas seleccionadas para el proyecto estarán formadas por perfiles C 200x1.5.

Adicionalmente, se incluyen en la nave una serie de elementos de arriostramiento, los cuales previenen deformaciones y movimientos indeseados de la estructura, especialmente ante fuerzas horizontales como el viento. Se utilizarán para ello perfiles TCAR 120x3.2 en fachadas laterales y cubiertas, y ROND 8 en las fachadas frontales.

Las ponderaciones, según la hipótesis de cargas, clases de acciones y sus efectos, vienen recogidas en DB-SE (Documento Básico de Seguridad Estructural) perteneciente al CTE y expuestas en el Anejo Nº5 “Acciones sobre la edificación” del presente proyecto.

Por su parte, toda la información referente al cálculo estructural y de uniones estará detallado en el Anejo Nº12 “Cálculo Estructural” y en el Anejo Nº13 “Cálculo de uniones”.

## **4.4 SISTEMA ENVOLVENTE**

### **4.4.1 Cerramiento de cubierta**

Se ha decidido que la mejor solución sería una cubierta a dos aguas. La pendiente depende del tipo de material empleado, en el caso del presente proyecto se ha considerado que la mejor opción son los paneles sándwich prefabricados. Debido a las grandes dimensiones de la nave, como la plancha no llega de alero a cumbre, es necesario solapar varios paneles y por eso se recomiendan pendientes iguales o mayores al 10%; en este caso se ha considerado una pendiente igual al 10% (5,7º). A los paneles tipo sándwich se le acoplarán planchas translúcidas o lucernarios de policarbonato. Estas placas son altamente resistentes y ligeras; además, dejan pasar de forma natural la luz solar.

Como se ha referido anteriormente, la cubierta será sustentada por correas que irán unidas a los distintos dinteles que conforman la nave.

Para más información referente a cerramientos de cubierta consultar el Anejo Nº10 (“Acciones sobre la edificación”) apartado 5.1.1.

### **4.4.2 Cerramiento de fachadas**

La solución adoptada para la fachada será la misma tanto para las frontales como para las laterales. Se ha optado por “Paneles Sándwich de fachada con tornillería oculta”, este tipo de solución mejora el aspecto estético de la fachada.



Para más información referente a cerramientos de cubierta se remite al lector al Anejo Nº11 (“Acciones sobre la edificación”) apartado 5.1.2.

#### **4.5 SOLERA**

El pavimento será de hormigón pulido, ya que tiene unas buenas prestaciones y es muy popular en entornos industriales. Sus características principales son:

- Durabilidad.
- Resistencia a abrasión, impactos y productos químicos.
- Bajo mantenimiento.
- Antideslizante.
- De los más económicos.

Además, es una opción sostenible, ya que utiliza los materiales ya presentes en el lugar y no requiere revestimientos adicionales que puedan ser nocivos para el medio ambiente. Por lo antes referido, se ha escogido este material como el ideal para la solera del presente proyecto.

Asimismo, cabe referir que las líneas de mecanizado requieren durante su utilización de un agente refrigerante (producto químico) y con un pavimento de este tipo tendríamos la protección asegurada frente a alguna incidencia. No obstante, en caso de necesitarse alguna protección adicional, podría proporcionarse un recubrimiento de alguna solución que resista al refrigerante, como pueden ser los revestimientos de Epoxi.

#### **4.6 FORJADO DE OFICINA**

La realización de los trabajos administrativos dispone de un forjado de oficinas que ocupa de largo la mitad de la luz de la nave y de ancho una crujía. El forjado estará formado por vigas del tipo IPE 400 y postes IPE 180. Sobre estas irá colocado un forjado de chapa colaborante.

Para más información referente al forjado de oficina consultar el Anejo Nº10 (“Acciones sobre la edificación”) apartado 5.2.

#### **4.7 MÉTODOS DE CÁLCULO**

Para la comprobación de los resultados estructurales se ha utilizado el programa de cálculo de estructuras “ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS”. Se trata de una herramienta para el cálculo, diseño y simulación de estructuras en 3D de acero, hormigón o cualquier otro material. Este software, proveniente del paquete Autodesk, se basa en normas como el eurocódigo, entre otras posibles opciones.



En todos los casos, los datos obtenidos de esta herramienta han sido contrastados debidamente con comprobaciones de forma manual realizadas por el alumno.

## 5 NORMAS Y REFERENCIAS

Normativas empleadas en el presente proyecto estructural:

- Código Estructural
- Código Técnico de la Edificación (CTE) con sus respectivos Documentos Básicos correspondientes:
  - Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE).
  - Documento Básico de Acciones en la edificación (DB-SE-AE).
  - Documento Básico de Cimientos (DB-SE-C).
  - Documento Básico de Acero (DB-SE-A).
  - Documento Básico de Seguridad en caso de incendio (DB-SI).
  - Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA).

Otras normativas y/o documentos consultados:

[1] Mapas IGME - Portal de cartografía del IGME: MAGNA 50 - Hoja 58 (LOS CORRALES DE BUELNA). (s/f). *igme.es*.

<http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?id=58&language=es>

[2] Mapas Cantabria: visualizador de mapas del Gobierno de Cantabria. (s/f). *Cantabria.es*.  
<https://mapas.cantabria.es/>

[3] BOE-A-2008-2486 Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. (2008).

[4] BOE-A-2004-21216 Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (2004).

[5] Carretillas eléctricas E10. (2024, junio 18). Linde-mh.es. <https://www.linde-mh.es/es/Productos/Carretillas-electricas/E10/>

[6] Cantabria, D. (s/f). BOC-214 08. BOLETÍN OFICIAL DE CANTABRIA. *Cantabria.es*.  
<https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=187843>

[7] Archivo de Planeamiento Urbanístico - Gobierno de Cantabria. (s/f). *Cantabria.es*.  
<https://aplicacionesweb.cantabria.es/aucan/public/zona/besaya/corralesdebuelna>



- [8] *El clima en Los Corrales de Buelna, el tiempo por mes, temperatura promedio (España)* - *Weather Spark*. (s/f). Weatherspark.com.  
<https://es.weatherspark.com/y/36044/Clima-promedio-en-Los-Corrales-de-Buelna-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- [9] *BOE-A-2002-3285 Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos*. (2002). Boe.es.
- [10] *Normativa vigente en materia de Control Ambiental - Dirección General de Medio Ambiente - cantabria.es*. (s/f). Dirección General de Medio Ambiente.  
<https://www.cantabria.es/web/control-ambiental/normativa-vigente-en-material-de-control-ambiental>
- [11] *Preguntas técnicas frecuentes sobre Lugares de Trabajo*. (s/f). Portal INSST.  
<https://www.insst.es/materias/riesgos/seguridad-en-el-trabajo/lugares-trabajo/faq>
- [12] *Tow tractors*. (s/f). Tecnacar Tow Tractor. <https://www.tecnacar.com/tractores-de-arrastre>
- [13] Dhouibi, H. (2019, agosto 6). *Qué AGV elegir*. Guías de compra DirectIndustry; VirtualExpo Group. <https://guide.directindustry.com/es/que-agv-elegir/>
- [14] Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH. (2023, julio 4). Centros de mecanizado de 4 ejes H para una alta productividad. Gebr. Heller Maschinenfabrik GmbH.  
<https://www.heller.biz/es/maquinas-y-soluciones/centros-de-mecanizado-de-4-ejes-h>
- [15] Robotics, A. (s/f). *IRB 2400*. Abb.com.  
<https://new.abb.com/products/robotics/robots/articulated-robots/irb-2400>
- [16] INSST. (s/f). *NTP 214: Carretillas elevadoras*. Insst.es.  
[https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_214.pdf/a464ce7e-9c0c-474d-87e4-4cc9a44eda93](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_214.pdf/a464ce7e-9c0c-474d-87e4-4cc9a44eda93)
- [17] *Safe working surfaces Surfaces de travail seures*. (s/f). *NTP 434: Superficies de trabajo seguras (I)*. Insst.es.  
[https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp\\_434.pdf/8b2078c5-cd48-4457-bb08-f90cfdb7b479](https://www.insst.es/documents/94886/326962/ntp_434.pdf/8b2078c5-cd48-4457-bb08-f90cfdb7b479)
- [18] Wikipedia contributors. (s/f). *Clima de Cantabria*. Wikipedia, The Free Encyclopedia.  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Clima\\_de\\_Cantabria&oldid=160912281](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Clima_de_Cantabria&oldid=160912281)



- [19] SEDE ELECTRÓNICA DEL CATASTRO - CARTOGRAFÍA. (s/f). Gob.es.  
<https://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/mapa.aspx?del=39&mun=25&refcat=3503303VN1930S0024WJ&final=&ZV=NO&anyoZV=>
- [20] Neufert, E., Neufert, P., Baiche, B., & Walliman, N. (2002). *Architects' Data* (3a ed.). Blackwell Science.
- [21] Calavera Ruíz, J. (s/f). *Cálculo de estructuras de cimentación*. Intemac Ediciones SL.
- [22] de la Gravedad, L. L. (s/f). *Zapata cuadrada centrada rígida. Dimensionado y armado*-. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=HGfF2n8P4N0>
- [23] Hiansa. (s/f). *FORJADO MT-60*. Hiansa.com. <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/10/HIANSAMT-60-FORJADO-ficha-producto.pdf>
- [24] *Mapa topográfico Los Corrales de Buelna*. (s/f). Mapas topográficos. <https://es-do.topographic-map.com/map-ppshmt/Los-Corrales-de-Buelna/?center=43.26043%2C-4.06027&zoom=14>
- [25] Marketing. (2021, julio 7). *Tipos de forjados y sus características*. Ingenieros Asesores. <https://ingenierosasesores.com/actualidad/tipos-de-forjados-y-sus-caracteristicas/>
- [26] Parera, A. (2023, junio 8). *Suelos para naves industriales: Guía para elegir el mejor pavimento*. UNIFORT; Paviments Unifort SL. <https://www.unifort.es/suelos-resina/suelos-para-naves-industriales-guia-para-elegir-el-mejor-pavimento/>
- [27] *Tipos de forjado: diferencias y ventajas de cada uno de ellos*. (2020, diciembre 25). MM; MAQUINAS Y MAQUINAS - Barcelona. <https://www.maquinas-maquinas.com/tipos-de-forjado-diferencias-y-ventajas-de-cada-uno-de-ellos/>
- [28] *Generador de precios de la construcción. España*. CYPE Ingenieros, S.A. (s/f). [Generadordeprecios.info](https://www.generadordeprecios.info). <https://www.generadordeprecios.info>

ANEJO N°1:  
CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PARCELA .....	2
3	CARTOGRAFÍA EXISTENTE .....	2
3.1	MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL .....	3
3.2	BASE TOPOGRÁFICA ARMONIZADA DE CANTABRIA .....	4
4	TOPOGRAFÍA DE LA ZONA.....	5

## 1 INTRODUCCIÓN

En el Anejo Nº1 “Cartografía y topografía” de la Memoria se pretende mostrar los trabajos realizados para la obtención de datos cartográficos con motivo del desarrollo del presente proyecto, así como las características topográficas generales de la parcela.

## 2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PARCELA

La parcela escogida se encuentra en el municipio de Los Corrales de Buelna, Cantabria. Cuenta con una superficie de 11510 m<sup>2</sup> y se encuentra en la calle Jose María Quijano, entre la zona Industrial de la empresa Nissan Ibérica y la Estación FEVE Los Corrales. En la Imagen A1.1 podemos ver representada en rojo la citada parcela.

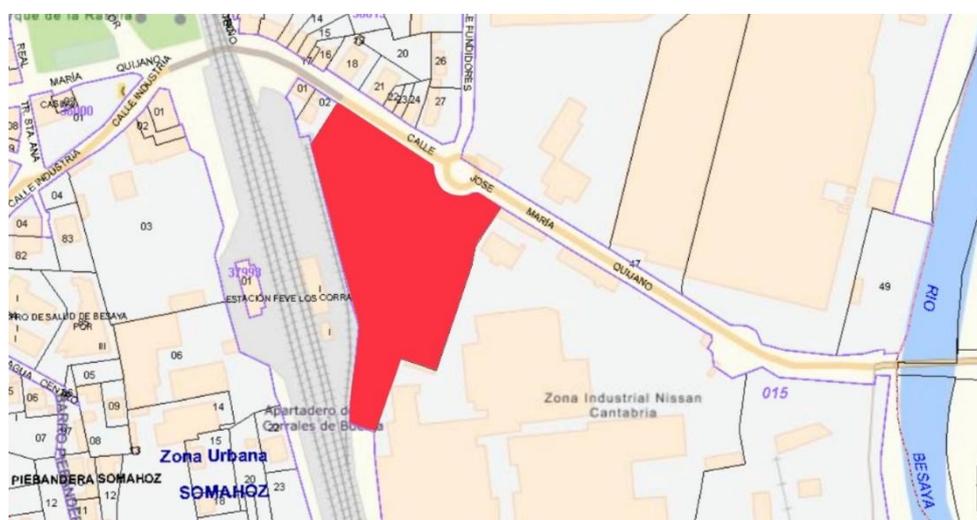


IMAGEN A1.1: LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA

## 3 CARTOGRAFÍA EXISTENTE

Se requiere una cartografía detallada para este tipo de proyecto. Para ello, se toma como referencia la siguiente información cartográfica:

- Mapa topográfico nacional a escala 1/25.000.
- Base topográfica armonizada de Cantabria de 2007 a escala 1/5.000 (Hoja 0058-3-4).

Debido a que el proyecto es de carácter académico, no se ha realizado ningún levantamiento topográfico. En consecuencia, no se ha considerado necesario disponer de cartografía a menor escala.

Para el dimensionado de la nave en la parcela se ha hecho uso de un archivo CAD proporcionado por la Sede Electrónica del Catastro.



### 3.1 MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL

El Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000 (MTN25) es, junto con la serie a escala 1:50.000 (MTN50), la cartografía básica del Estado ya que cubre todo el territorio español.

El MTN25, acrónimo de Mapa Topográfico Nacional 1:25.000, es un conjunto de datos geográficos producidos por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y obtenidos por procesos directos de observación y medición de la superficie terrestre. Esta cartografía nos proporciona una representación detallada y precisa del terreno español, mostrándonos una amplia variedad de características físicas y artificiales del paisaje. Se trata de una herramienta vital en muchos campos profesionales debido al nivel de detalle y precisión que proporciona.

Esta cartografía se caracteriza por los siguientes aspectos:

- Elipsoide: ETRS89.
- Origen de longitudes: meridiano de Greenwich.
- Sistema de representación cartográfico: proyección UTM, husos 29, 30 y 31.
- Referenciación de las altitudes: Nivel Medio del Mar en Alicante (NMMA).
- Equidistancia de las curvas de nivel: 10 m.

La cartografía del territorio español se divide en distintas hojas, España se cubre con 1.130 hojas a escala 1:50.000. Las primeras hojas se realizaron a partir de la red geodésica, pero en la actualidad los mapas se trazan en función de los datos que ofrecen los satélites y la fotografía aérea. Cada hoja del Mapa Topográfico Nacional viene numerada y nombrada, y en cada una de ellas suele venir representado un esquema que relaciona la hoja consultada frente a aquellas que las rodean.

La zona de emplazamiento de la nave industrial objeto de este proyecto se encuentra en la zona inferior derecha de la Hoja 0058-1, titulada “Los Corrales de Buelna”, como podemos ver representado en un círculo en la Imagen A1.2.

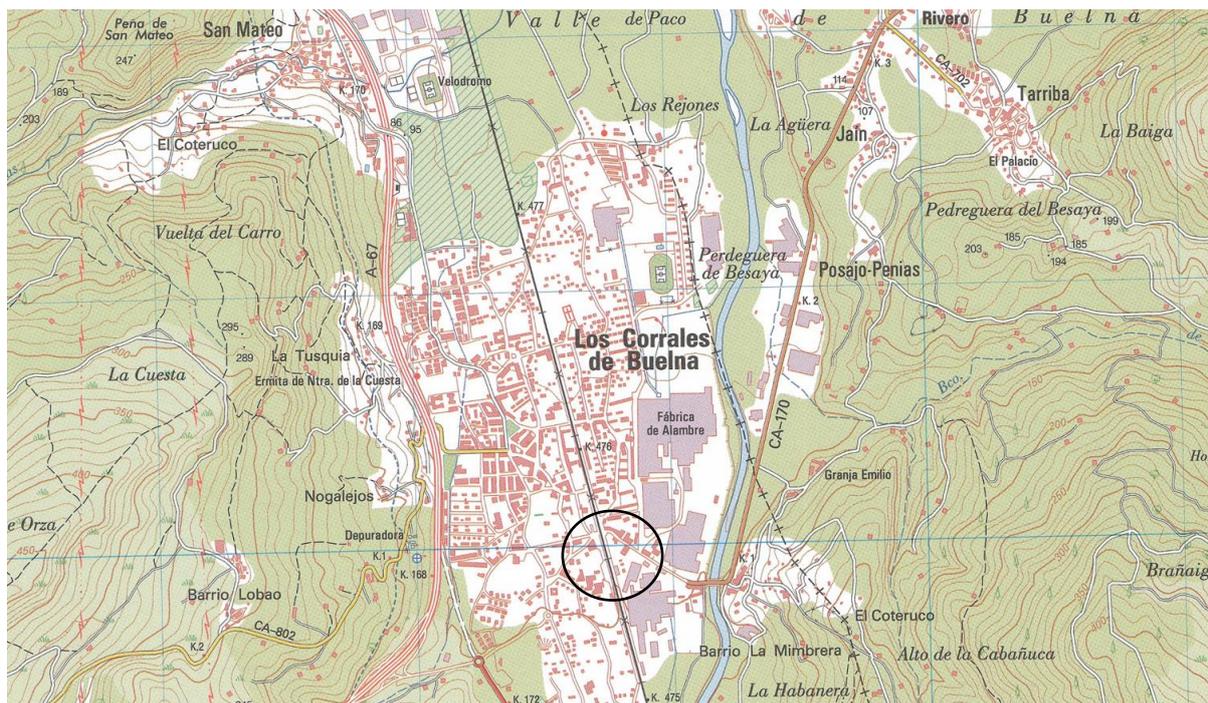


IMAGEN A1.2: SITUACIÓN EMPLAZAMIENTO EN EL MTN25

### 3.2 BASE TOPOGRÁFICA ARMONIZADA DE CANTABRIA

La Base Topográfica Armonizada (BTA) es una colección de datos geográficos y cartográficos que se ha estandarizado para garantizar la compatibilidad y la coherencia en la representación del territorio. Cuando hablamos de armonización nos queremos referir al proceso de unificar y estandarizar datos de acuerdo con normas y especificaciones para facilitar su uso e integración.

Esta base topográfica armonizada en concreto, la del territorio cantábrico, ha sido creada por el Gobierno de Cantabria en 2007. Dicha cartografía está apoyada principalmente en un vuelo fotogramétrico que nos permite conocer más información sobre el territorio. Nuestro emplazamiento se encuentra en la hoja 0058-3-4 de dicha cartografía, como puede verse en la Imagen A1.3.

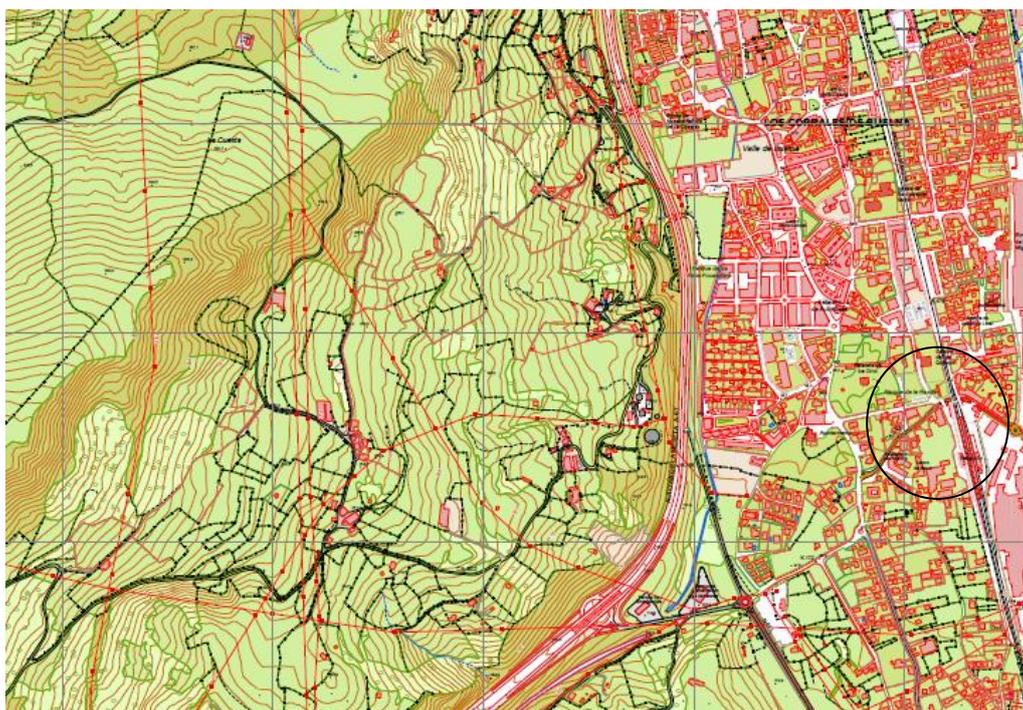


IMAGEN A1.3: BASE TOPOGRÁFICA ARMONIZADA DE LA ZONA DE LOS CORRALES DE BUELNA

## 4 TOPOGRAFÍA DE LA ZONA

El término municipal de Los Corrales de Buelna se asienta sobre extensas y fértiles praderas rodeadas de suaves elevaciones montañosas (Hoces del Besaya y hoz de Las Caldas), es por ello que la zona objeto de nuestro proyecto es bastante llana. Podemos observar en la Imagen A1.4 un mapa topográfico interactivo que muestra la altitud en la zona estudiada, como conclusión podemos decir que el municipio se encuentra situado en un terreno llano entre los 70-90 m de altitud.

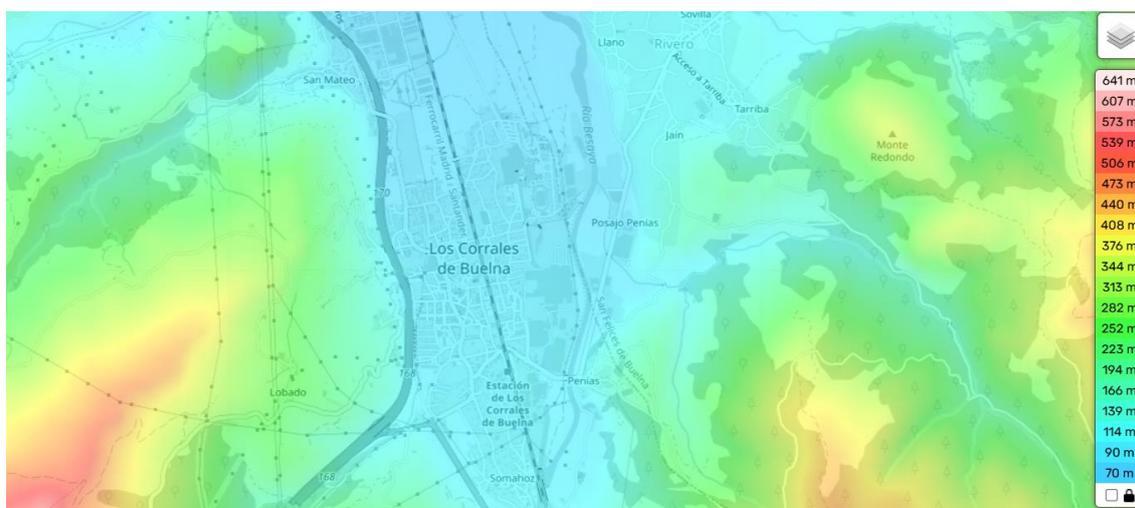


IMAGEN A1.4: MAPA DE ALTITUDES

ANEJO N°2:  
GEOLOGÍA Y GEOTECNIA



## Contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	3
2	ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL .....	3
3	ESTRATIGRAFÍA .....	4
4	TECTÓNICA .....	6
5	GEOTÉCNIA.....	6
6	HIDROGEOLOGÍA.....	9



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto el estudio de las características geológicas del terreno ocupado para la construcción de la nave industrial que compone el proyecto. Para ello, se clasificarán y valorarán los materiales presentes en el terreno.

La información utilizada para el estudio es:

- Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (2ª serie): Hoja 58 – Los corrales de Buelna.
- Mapa Geomorfológico de Cantabria a escala 1:25.000: Hoja 058-I – Los corrales de Buelna.

Además de la cartografía nombrada, se ha empleado su correspondiente informe. Todo ello se encuentra elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

## 2 ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

Para obtener esta información nos basamos en el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 en la Hoja Magna 0058 nombrada como “LOS CORRALES DE BUELNA” y en su correspondiente Memoria.

Desde el punto de vista estructural y paleogeográfico en la hoja estudiada se distinguen cinco zonas que son nombradas constantemente en el documento, estas son las siguientes:

- Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga.
- Entrante Mesoterciario Costero.
- Entrante de Cabuérniga.
- Franja cabalgante del Besaya.
- Zona tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo.

Se pueden encontrar sedimentos del Paleozoico en la parte norte de la Hoja, correspondiente a la unidad de la “Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga”. También pueden encontrarse restos del Trifásico en la unidad anteriormente citada y en la Franja cabalgante del Besaya. El Jurásico y Cretácico se encuentran desarrollados de forma extensa en la parte inferior de la Hoja de Los Corrales de Buelna, es decir, en las unidades “Entrante de Cabuérniga” y “Zona Tectonizada del Toranzo Y Puerto del Escudo”. Sin embargo, el Jurásico también se presenta erosionado en la zona Norte (“Entrante Mesoterciario Costero”). Por último, el Cuaternario dispone sus materiales en terrazas fluviales y rellenos de fondo de valle o en forma de conos de deyección y coluviones.

La minería activa se encuentra en la zona de Mercadal y Caldas. En Mercadal, que limita con las minas de Reocín (Hoja de Torrelavega), se explota galena, blenda y minerales de hierro. Sin embargo, en las proximidades de la localidad de Caldas de Besaya se extrae barita y galena.

Los materiales canterables explotados de forma más constante corresponden a calizas del Carbonífero, Lías y Aptiense.

Desde el punto de vista hidrogeológico son de gran importancia las unidades del “Entrante de Cabuérniga” y la “Zona Tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo”, ambas son susceptibles de contener acuíferos.

### 3 ESTRATIGRAFÍA

En la Hoja podemos observar materiales pertenecientes al Paleozoico, Triásico, Jurásico, Cretácico Inferior y Cuaternario. Concretamente la zona en la que se encuentra situado el presente estudio pertenece principalmente al Cuaternario, como podemos ver señalado con un círculo en la Imagen A2.1. En consecuencia, nos centraremos en este periodo.

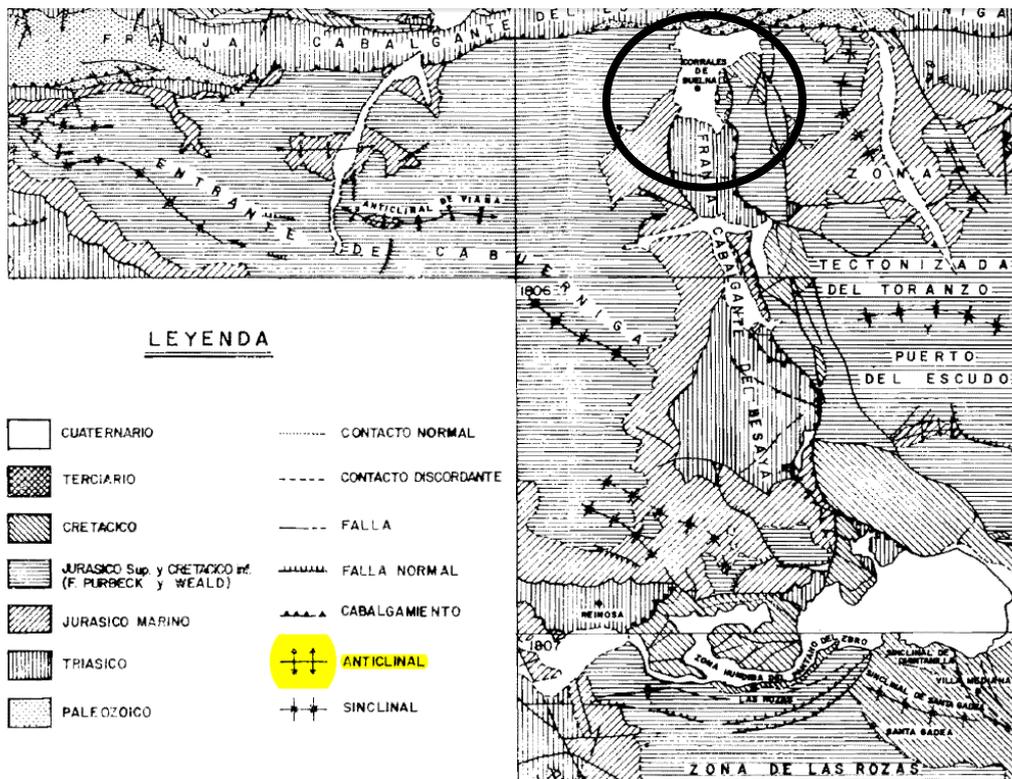


IMAGEN A2.1: DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES PALEOGEOGRÁFICO-ESTRUCTURALES (FUENTE: HOJA MAGNA 0058 DEL IGME)

El Cuaternario es el periodo geológico más reciente en la escala de tiempo geológico. Se caracteriza por importantes cambios climáticos, incluyendo varias glaciaciones, y por ser la época en la que los humanos evolucionaron y se expandieron por el planeta.

Este periodo se divide en dos épocas principales que son el Pleistoceno y el Holoceno. La zona estudiada en el presente proyecto se encuentra en concreto formada por materiales del subperiodo Holoceno, como podemos ver en la Imagen A2.2. Dicha época, la cual también es denominada periodo postglacial, es el periodo geológico más reciente en la escala de tiempo geológico.

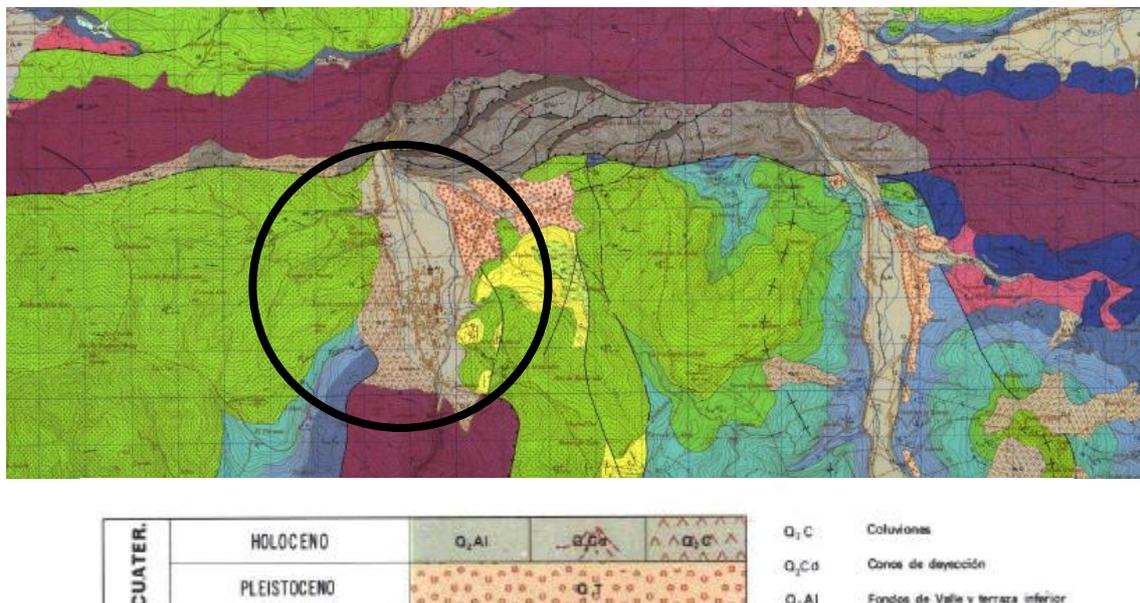


IMAGEN A2.2: ESTRATIGRAFÍA DE LA ZONA ESTUDIADA

El Holoceno, se caracteriza por un clima relativamente cálido y estable en comparación con los periodos glaciares anteriores. Dicho clima permitió la expansión de las actividades agrícolas y el desarrollo de las civilizaciones.

En cuanto a su estratigrafía, debido al amplio recubrimiento del substrato por la erosión de la ladera sólo se ha considerado conveniente la representación de este periodo en las zonas donde adquieren suficiente espesor y desarrollo, como es el caso de la zona en la que se sitúa el presente proyecto. El terreno de esta zona se encuentra fundamentalmente constituido por bolos y bloques angulosos de areniscas con matriz arenosa. Además, existen también algunos conos de deyección en las salidas de los barrancos de fuerte pendiente y que están constituidos por depósitos caóticos de gravas y bolos con matriz areno-arcillosa.



## 4 TECTÓNICA

El área de la Cuenca Cantábrica, en la cual se encuentra la Hoja de Los Corrales de Buelna, se caracteriza por la existencia de alineaciones E-O y N-S.

Se puede pensar que los principales accidentes de esta zona tienen su origen en las dislocaciones del zócalo, pudiendo admitirse un cierto despegue del Mesozoico a nivel del Keuper.

En lo que a la zona de nuestro emplazamiento se refiere, se localizan en sus proximidades las siguientes referencias:

- Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga.
- Franja cabalgante del Besaya.

## 5 GEOTÉCNIA

Según los datos obtenidos de la Hoja 11 (5-2) titulada “Reinosa” perteneciente al Mapa Geotécnico General (Imagen A2.3), la zona objeto de estudio en el presente proyecto (Los Corrales de Buelna) se encuentra en la región I. Los materiales pertenecientes a esa región son recientes horizontales o muy poco plegados y pertenecen al cuaternario y terciario, según la leyenda situada a la derecha de la Hoja (en la Imagen A2.4 se puede encontrar un recorte de dicha tabla informativa). Asimismo, pertenece al área I<sub>1</sub> en la que destacan los aluviones y mantos tipo rañas. La raña es una formación sedimentaria compuesta de cantos de cuarcita con una matriz arcillosa que se configuran en un relieve de plataformas con suave pendiente interna. Mientras tanto, los aluviones son materiales que han sido transportados y depositados por una corriente de agua, suelen estar compuestos por arena, grava, arcilla o limo.

Los criterios de división y características generales de esta zona son las siguientes:

- Gravas, arenas, limos y arcillas.
- Bolos heterométricos en los mantos tipo raña.
- Relieve totalmente llano o en ligera pendiente uniforme.
- Estabilidad alta.
- Materiales permeables.
- Nivel freático próximo.
- Drenaje fácil.
- Acuíferos superficiales.
- Asientos de tipo medio.



- Algún punto con socavación de ríos.

Además, el terreno tiene una capacidad de carga media en torno a 2-3 kg/cm<sup>2</sup>, salvo en pequeñas zonas. En consecuencia, y dado que se trata de un proyecto académico, se tomará como tensión admisible del terreno 2 kg/cm<sup>2</sup> en el estudio de las cimentaciones para quedarnos de lado de la seguridad.

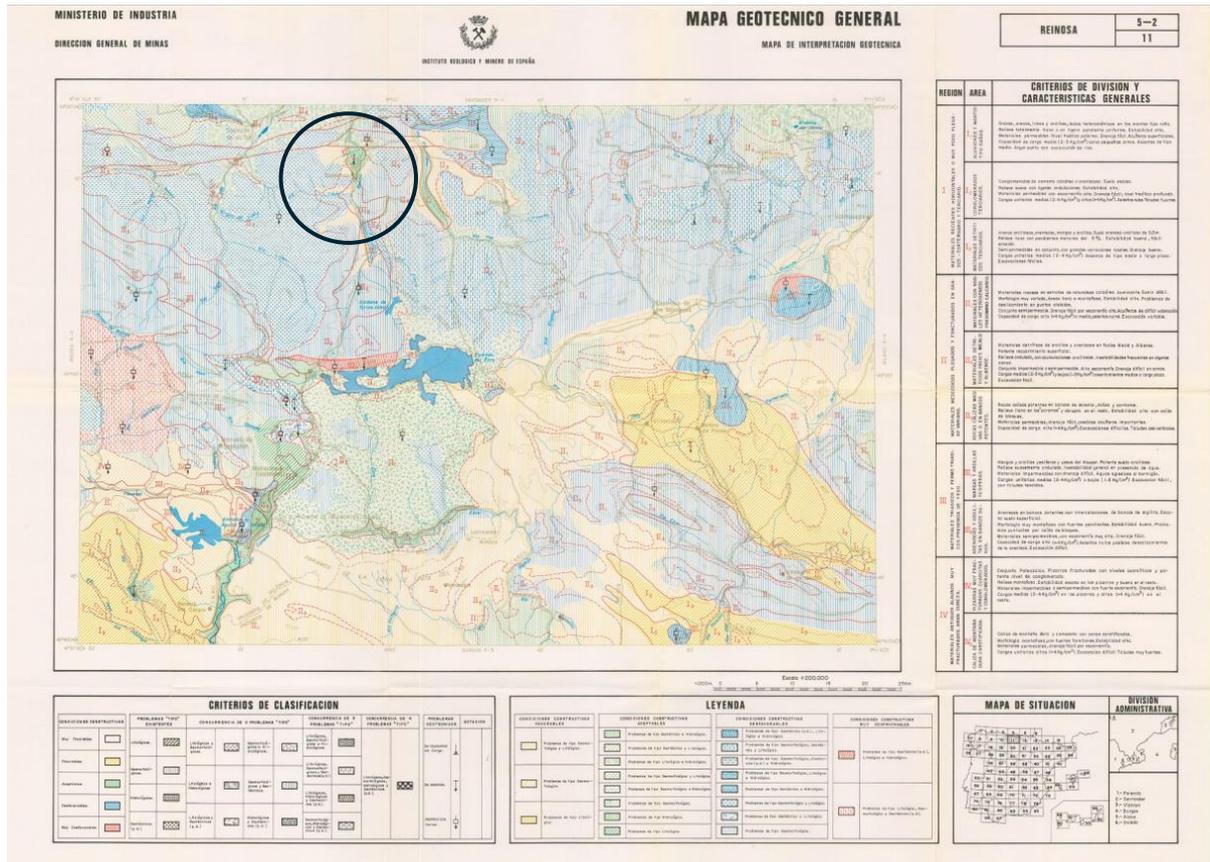


IMAGEN A2.3: HOJA 11 DEL MAPA GEOTÉCNICO GENERAL

REGION	AREA	CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES
I MATERIALES ACCIDENTES HORIZONTALES O BAJ POCO PLEGADOS - CUATERNARIO Y TERCARIO.	II ALUVIONES Y MANTOS TIPO RIALES.	Suave, arenosa, limosa y arcillosa, bólas heterométricas en los mantos tipo riela. Relieve totalmente suave a su ligero pendiente uniforme. Estabilidad alta. Materiales permeables. Nivel freático próximo. Drenaje fácil. Acuíferos superficiales. Capacidad de carga media (2-3 Kg/cm <sup>2</sup> ) salvo pequeñas zonas. Asientos de tipo medio. Algué punto sea succesión de rias.
	III CONGLOMERADOS TERCARIOS.	Conglomerados de cemento colorado o arenoso. Suave escasa. Relieve suave con ligera ondulaciones. Estabilidad alta. Materiales permeables con escorrentía alta. Drenaje fácil; nivel freático profundo. Cargas unitarias medias (2-4 Kg/cm <sup>2</sup> ) y altas (>4 Kg/cm <sup>2</sup> ) Asientos más firmes buenas.
	IV MATERIALES DETRITICOS TERCARIOS.	Arenas arcillosas, arenosas, margas y arcillas. Suave arenosa arcillosa de 0,5m. Relieve suave con pendientes menores del 5%. Estabilidad buena, fácil erosión. Semipermeables en conjunto, con grandes variaciones locales. Drenaje bueno. Cargas unitarias medias (2-4 Kg/cm <sup>2</sup> ) Asientos de tipo medio a largo plazo. Elevaciones bajas.

IMAGEN A2.4: RECORTE DE LA LEYENDA DE CARACTERÍSTICAS GENERALES

Como podemos apreciar, señalado en la Imagen A2.4, la zona objeto de estudio se encuentra sombreada en verde, esto quiere decir, según la leyenda de la Imagen A2.5, que las condiciones constructivas del terreno son aceptables, aunque pueden presentar algún problema de tipo Geotécnico e Hidrológico.

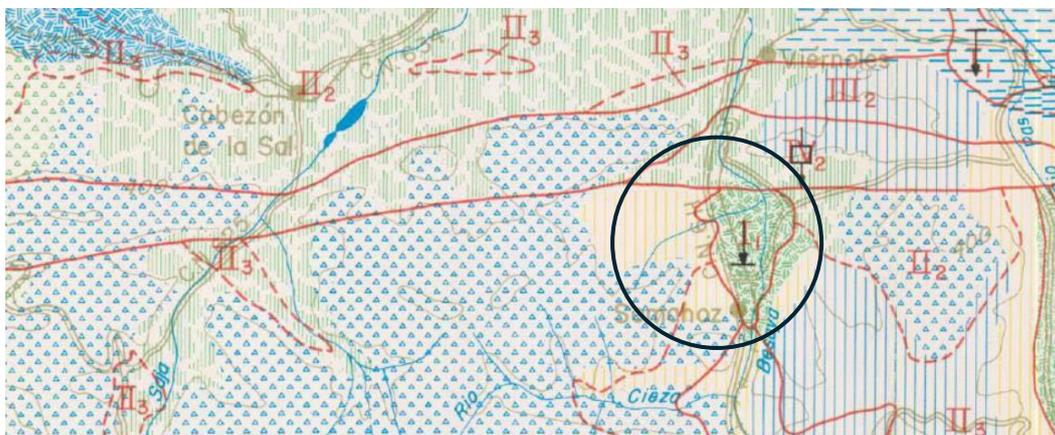


IMAGEN A2.5: AMPLIACIÓN HOJA 11 EN LA ZONA A ESTUDIAR

LEYENDA			
CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES	CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES
	Problemas de tipo Geotécnico e Hidrológico.	Problemas de tipo Geotécnico (p.d.), Litológico e Hidrológico.	
	Problemas de tipo Geotécnico y Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico, Geotécnico y Litológico.	
	Problemas de tipo Litológico e Hidrológico.	Problemas de tipo Geomorfológico, Geotécnico (p.d.) e Hidrológico.	
	Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico, Litológico e Hidrológico.	
	Problemas de tipo Geomorfológico e Hidrológico.	Problemas de tipo Geotécnico e Hidrológico.	
	Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico y Litológico.	
	Problemas de tipo Hidrológico.	Problemas de tipo Geotécnico y Litológico.	
	Problemas de tipo Litológico.	Problemas de tipo Geomorfológico.	
			Problemas de tipo Geotécnico (p.d.), Litológico e Hidrológico.
			Problemas de tipo Litológico, Geomorfológico y Geotécnico (p.d.).

IMAGEN A2.6: LEYENDA SOBRE LAS CONDICIONES DEL TERRENO

## 6 HIDROGEOLOGÍA

Todas las unidades estructurales que constituyen la Hoja son susceptibles de contener acuíferos, tanto desde el punto de vista estructural como litológico, dado el carácter limoso de los materiales que ocupan con permeabilidades muy restringidas, con limitaciones en la Franja cabalgante del Besaya debido a la alta salificación de los sedimentos del Buntsandstein.

ANEJO N°3:  
EFECTOS SÍSMICOS



## CONTENIDO

1	OBJETO .....	2
2	APLICACIÓN DE LA NORMA .....	2
2.1	CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES.....	2
2.2	CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA .....	3
3	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA.....	3
3.1	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA EN LA FASE DE PROYECTO.....	3
3.2	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	4
3.3	CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DURANTE EL PERIODO DE VIDA ÚTIL .....	4
4	MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA.....	4
5	ACELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO .....	5
6	CONCLUSIÓN.....	6



## 1 OBJETO

La norma de construcción sismorresistente (NCSE-02), aprobada en el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que sea aplicable.

Por otro lado, la finalidad última de estos criterios es la de evitar la pérdida de vidas humanas y reducir el daño y el coste económico que puedan ocasionar los terremotos futuros.

## 2 APLICACIÓN DE LA NORMA

Según el BOE número 244, de 11 de octubre de 2002, la NCSE-02 es de aplicación al proyecto, construcción y conservación de edificaciones de nueva planta, como es el caso de este proyecto. Además, los casos de reforma o rehabilitación también se tendrán en cuenta, a fin de que los niveles de seguridad de los elementos afectados sean superiores a los que poseían en su concepción original. Las obras de rehabilitación o reforma que impliquen modificaciones substanciales de la estructura (por ejemplo: vaciado de interior dejando sólo la fachada), son asimilables a todos los efectos a las de construcción de nueva planta.

El proyectista o director de obra podrá adoptar, bajo su propia responsabilidad, criterios distintos a los establecidos en esta Norma, siempre que el nivel de seguridad y de servicio de la construcción no sea inferior al fijado por la Norma, debiéndolo reflejar en el proyecto.

### 2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

Las construcciones pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo con el uso al que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate. Estos tres tipos de construcciones son:

- De importancia moderada: se trata de aquellas con una probabilidad despreciable de que su destrucción por terremotos pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
- De importancia normal: son aquellas construcciones cuya destrucción por un terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastrófico.



- De importancia especial: se trata de aquellas construcciones cuya destrucción por un terremoto pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas.

## 2.2 CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LA NORMA

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1 del BOE 244, de 11 de octubre de 2002, expuesta en el apartado 2.1 de este Anejo, excepto:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,08g. No obstante, la norma se aplicará en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , es igual o mayor de 0,08g.

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,04 g deberán tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos parcialmente inestables.

En los casos en que sea de aplicación esta norma no se utilizarán estructuras de mampostería en seco, de adobe o de tapial en las edificaciones de importancia normal o especial.

Si la aceleración sísmica básica es igual o mayor de 0,08 g e inferior a 0,12 g, las edificaciones de fábrica de ladrillo, de bloques de mortero, o similares, poseerán un máximo de cuatro alturas, y si dicha aceleración sísmica básica es igual o superior a 0,12 g, un máximo de dos.

## 3 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA

El cumplimiento de la norma se divide en fases: proyecto, construcción y vida útil.

### 3.1 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA EN LA FASE DE PROYECTO

Según el BOE 244, de 11 de octubre 2002, en la memoria de todo proyecto de obras se incluirá un apartado de "Acciones sísmicas", que será requisito necesario para el visado del proyecto por parte del colegio profesional correspondiente, así como para la expedición de la licencia municipal y demás autorizaciones y trámites por parte de las distintas Administraciones Públicas.



Cuando sea de aplicación esta norma, figurarán en el apartado de “Acciones sísmicas” los valores, hipótesis y conclusiones adoptadas en relación con dichas acciones y su incidencia en el proyecto, cálculo y disposición de los elementos estructurales, constructivos y funcionales de la obra. Además, en los planos se harán constar los niveles de ductilidad para los que ha sido calculada la obra.

### **3.2 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN**

Según el BOE 244, de 11 de octubre 2002, si el director de obra no estuviese conforme con el contenido del apartado de “Acciones sísmicas” dará cuenta a la propiedad, y en su caso, propondrá la necesidad de realizar las modificaciones del proyecto que estime oportunas, las cuales se desarrollarán y, para su aprobación, se someterán al mismo procedimiento que siguió el proyecto original.

Además, en las obras importantes con retrasos o paradas muy prolongadas, el director de obra debe tener en cuenta las acciones sísmicas que puedan presentarse y que, en caso de destrucción o daño por sismo, pudieran dar lugar a consecuencias graves.

El director de obra comprobará que las prescripciones y los detalles estructurales mostrados en los planos satisfacen los niveles de ductilidad especificados y que se respetan durante la ejecución de la obra.

### **3.3 CUMPLIMIENTO DE LA NORMA DURANTE EL PERIODO DE VIDA ÚTIL**

Según el BOE 244, de 11 de octubre 2002, cuando ocurra un terremoto de intensidad alta deberá realizarse un informe de cada construcción situada en las zonas con intensidad igual o superior a VII, según la escala E.M.S (Escala Macrosísmica Europea), en el que se analicen las consecuencias del sismo sobre dicha construcción y el tipo de medidas que, en su caso, proceda adoptar.

La responsabilidad de la confección del informe expuesto en este apartado 3.3. del Anejo nº3 (“Efectos Sísmicos”) recaerá en el técnico encargado de la conservación o en la propiedad o entidad explotadora, la cual deberá requerir la elaboración del citado informe a un profesional competente.

## **4 MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA**

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica expuesto en la figura 2.1. del NCSE-02 (Imagen A3.1). En el mapa podemos ver el valor de la aceleración sísmica básica según las distintas áreas del territorio español.



IMAGEN A3.1: MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA

## 5 ACCELERACIÓN SÍSMICA DE CÁLCULO

La aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , se define como el producto:

$$a_c = S * \rho * a_b$$

Donde:

- $a_b$  es la aceleración sísmica básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.
- $\rho$  es el coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda  $a_c$  en el periodo de vida para el que se proyecta la construcción. Esta toma el valor de la unidad para construcciones de importancia normal y de 1,3 para las de importancia especial.
- $S$  es el coeficiente de amplificación del terreno, el cual toma distintos valores según el coeficiente del terreno.



## 6 CONCLUSIÓN

Al analizar el mapa de peligrosidad sísmica, se puede observar que la Comunidad Autónoma de Cantabria se encuentra en la zona en la que la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) es inferior a 0,04g. Por lo tanto, no es necesaria la consideración de acciones sísmicas a efectos de cálculo de la cimentación y de la estructura de estudio en el presente proyecto.

Por otro lado, nuestro proyecto podría clasificarse como una construcción de tipo normal, esto refuerza la conclusión tomada.

ANEJO N°4:  
CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA.....	2
3	DATOS CLIMÁTICOS.....	2
3.1	TEMPERATURAS .....	2
3.2	PRECIPITACIONES .....	3
3.3	HUMEDAD .....	3
3.4	VIENTO.....	3
3.5	NUBOSIDAD .....	4
4	CONCLUSIONES .....	4



## 1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es la obtención y recopilación de las variables meteorológicas (temperaturas, precipitaciones, viento, etc.) en la zona geográfica en la que se sitúa el proyecto para la caracterización climatológica del emplazamiento. Este estudio permite adoptar un modo de actuación correcto a la hora del diseño y construcción conforme los datos obtenidos. Para la recopilación de estos datos se han tenido en cuenta distintos foros meteorológicos que poseían archivos históricos, como pueden ser las webs de “meteoblue” o “weatherspark”.

## 2 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

La zona de estudio se encuentra en el municipio de Los Corrales de Buelna, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cantabria. Se trata de un área a aproximadamente 90 m por encima del nivel del mar.

Se trata de una zona bastante llana, con inclinaciones muy pequeñas en casos puntuales, por lo que no son de gran relevancia las posibles erosiones por aguas pluviales.

## 3 DATOS CLIMÁTICOS.

El clima de la localidad de Los Corrales de Buelna, al igual que el de toda la zona costera del norte de España, es de tipo oceánico. Este clima se caracteriza por veranos cortos y secos, por un lado, y, por otro, inviernos largos y fríos; además de precipitaciones abundantes y entorno húmedo durante todo el año.

### 3.1 TEMPERATURAS

En invierno las temperaturas son frescas con valores mínimos medios sobre los 5 °C y valores máximos medios sobre los 14 °C. Por otro lado, los veranos suelen ser templados, oscilando entre temperaturas medias máximas de 26 °C y mínimas de 14 °C. Son muy excepcionales las temperaturas superiores a los 29 °C y las inferiores a 1 °C. La Tabla A4.1 se recoge un resumen de las temperaturas promedias históricas en la localidad de Los Corrales de Buelna.

TABLA A4.1: TEMPERATURAS PROMEDIAS HISTÓRICAS EN LOS CORRALES DE BUELNA

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	11 °C	11 °C	13 °C	15 °C	17 °C	20 °C	23 °C	23 °C	21 °C	18 °C	14 °C	12 °C
Temp.	8 °C	8 °C	10 °C	11 °C	14 °C	17 °C	19 °C	19 °C	17 °C	15 °C	11 °C	9 °C
Mínima	4 °C	4 °C	5 °C	7 °C	9 °C	12 °C	14 °C	15 °C	13 °C	10 °C	7 °C	5 °C



### 3.2 PRECIPITACIONES

Las precipitaciones más frecuentes son por lluvia (Tabla A4.2 y Tabla A4.3), siendo puntual el granizo y la nieve. En cuanto a su cantidad, estas suelen ser abundantes y continuas durante todo el año. Son más habituales en otoño, invierno y primavera. El mes más lluvioso del año es noviembre, con un promedio de aproximadamente 78 mm (litros por metro cuadrado) de lluvia.

TABLA A4.2: PRECIPITACIONES PROMEDIAS HISTÓRICAS EN DÍAS EN LOS CORRALES DE BUELNA

Días de	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Lluvia	9,8d	8,0d	8,1d	8,9d	7,4d	4,8d	<u>3,6d</u>	4,0d	6,0d	8,9d	<u>10,4d</u>	9,8d
Mezcla	<u>0,2d</u>	<u>0,2d</u>	0,1d	<u>0,0d</u>	0,1d	0,1d						
Cualquiera	10,1d	8,2d	8,1d	8,9d	7,4d	4,8d	<u>3,6d</u>	4,0d	6,0d	8,9d	<u>10,5d</u>	9,9d

TABLA A4.3: PRECIPITACIONES PROMEDIAS HISTÓRICAS POR mm EN LOS CORRALES DE BUELNA

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Lluvia	61,5mm	58,6mm	50,3mm	57,0mm	41,8mm	30,8mm	<u>18,1mm</u>	22,3mm	40,0mm	62,1mm	<u>77,6mm</u>	63,6mm

### 3.3 HUMEDAD

Al no ser una zona costera, la humedad no varía considerablemente durante el año y suele mantenerse en porcentajes altos de entorno al 80%.

### 3.4 VIENTO

La velocidad promedio del viento por hora en la localidad de Los Corrales de Buelna tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. El período más ventoso del año suele ser de octubre a abril; y el mes más ventoso es diciembre, con vientos a una velocidad promedio de 19,2 kilómetros por hora. Por otro lado, el mes más calmado del año es agosto, con una velocidad promedio de 12,3 kilómetros por hora. En la Tabla A4.4 se ilustra la velocidad promedio registrada para cada uno de los meses del año.

TABLA A4.4: VELOCIDAD DEL VIENTO PROMEDIO HISTÓRICA EN LOS CORRALES DE BUELNA

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Vel. del viento (kph)	19.0	18.3	17.1	16.6	13.9	12.7	12.4	<u>12.3</u>	13.7	16.3	18.2	<u>19.2</u>



### 3.5 NUBOSIDAD

En Los Corrales de Buelna, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año (Tabla A4.5). El período más despejado del año suele abarcar los meses de junio hasta septiembre, mientras que el resto de los meses suele ser notable. El mes más nublado del año en Los Corrales de Buelna es diciembre donde puede registrarse nublado el 62% del tiempo aproximadamente.

TABLA A4.5: PORCENTAJE DE NUBOSIDAD HISTÓRICA EN LOS CORRALES DE BUELNA

Fracción	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Más nublado	62 %	58 %	55 %	54 %	51 %	41 %	26 %	31 %	43 %	55 %	62 %	62 %
Más despejado	38 %	42 %	45 %	46 %	49 %	59 %	74 %	69 %	57 %	45 %	38 %	38 %

## 4 CONCLUSIONES

Gracias a la información recogida en los apartados anteriores podemos obtener las siguientes conclusiones:

- No existirán acciones térmicas considerables ya que no hay un gran salto térmico en referencia a los gradientes de temperaturas.
- Debido a la gran abundancia de precipitaciones durante el año, se deberá contar con un sistema de drenaje y evacuación de aguas pluviales en el proyecto.
- Las acciones del viento son de gran importancia.
- Debido a que no es una zona muy soleada, es importante el uso de cerramientos translúcidos que permitan el paso de la luz natural para aprovechar al máximo la iluminación solar en días despejados o de poca nubosidad. Eso mejorará la eficiencia energética del proyecto.

# ANEJO N°5: CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	ZONA DE APARCAMIENTO .....	3
2.1	TAMAÑO DEL VEHÍCULO .....	4
2.2	ACCESO A LA ZONA DE APARCAMIENTO.....	5
2.3	RADIOS DE GIRO .....	5
2.4	DÁRSENAS DE APARCAMIENTO.....	6
2.5	CALLES DE CIRCULACIÓN.....	6
3	DISTRIBUCIÓN DEL INTERIOR DE LA NAVE INDUSTRIAL .....	6
3.1	ZONA DE ACTIVIDAD ADMINISTRATIVA, TALLERES Y VESTUARIOS.....	7
3.1.1	Vestuarios y aseos.....	7
3.1.2	Almacén de herramientas .....	8
3.1.3	Zonas de oficinas.....	8
3.1.4	Talleres .....	9
3.1.5	Escalera .....	9
3.2	ZONA DE PRODUCCIÓN .....	9
3.3	ZONA DE CARGA Y DESCARGA DE MERCANCIA .....	10
3.3.1	Tamaño del vehículo esperado .....	10
3.3.2	Calle de circulación en el interior de la nave .....	12
3.3.3	Zona de almacenaje .....	12

## 1 INTRODUCCIÓN

El objetivo que sigue este anejo es el de justificar los distintos criterios que se han tenido en cuenta para la elaboración del Proyecto. Para ello, se describirá la nave y espacios colindantes en las siguientes zonas diferenciadas:

1. Zona de aparcamiento.
2. Zona de producción.
3. Zona de oficinas y talleres.
4. Zona de carga y descarga de mercancía en el interior de la nave.

La Imagen A5.1 ilustra la disposición en planta de los diferentes espacios en la parcela a los que se ha hecho referencia.

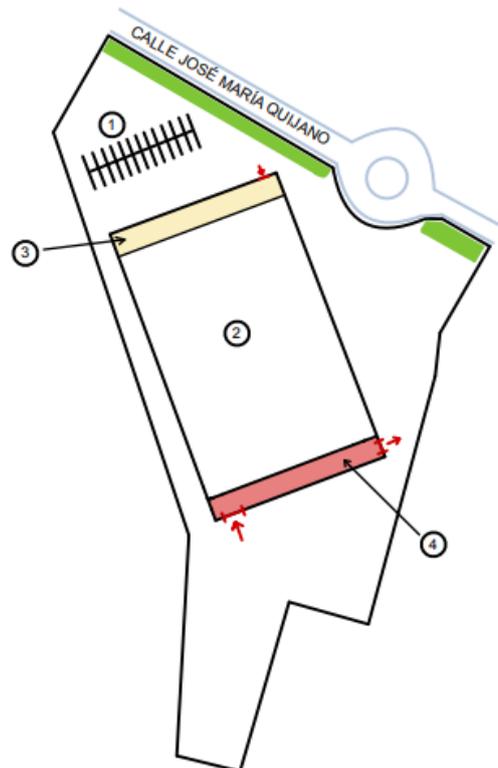


IMAGEN A5.1: DISTRIBUCIÓN DE LOS ESPACIOS EN LA PARCELA

## 2 ZONA DE APARCAMIENTO

La zona de aparcamiento se encontrará situada dentro de la parcela, en las proximidades de la nave industrial y separada de la zona de tránsito de mercancías (Imagen A5.1). Para determinar las dimensiones de esta zona se tuvieron en cuenta varios condicionantes como:

- Tamaño del vehículo.
- Acceso a la zona de aparcamiento.
- Radios de giro de los vehículos.
- Dársenas de aparcamiento.
- Calles de circulación.

Cada uno de estos aspectos serán descritos a continuación.

## 2.1 TAMAÑO DEL VEHÍCULO

El vehículo esperado y, por tanto, el considerado en el diseño, será un turismo. Su tamaño se ha determinado a partir de lo establecido en el libro “Cómo proyectar la arquitectura” de Neufert.

En las medidas de ancho del aparcamiento unitario se tendrá en cuenta la apertura de las puertas con el fin de mejorar la comodidad del usuario a la hora de subirse y bajarse del vehículo.

En la Imagen A5.2 se tiene una representación de una selección de la amplia variedad de tipos de turismos, con sus dimensiones y radios de giro. A partir de dicha información, se considerará en el proyecto como dimensiones de la plaza de aparcamiento las siguientes:

- Ancho de la plaza de aparcamiento: 2.5 m.
- Longitud de la plaza de aparcamiento: 4.5 m.

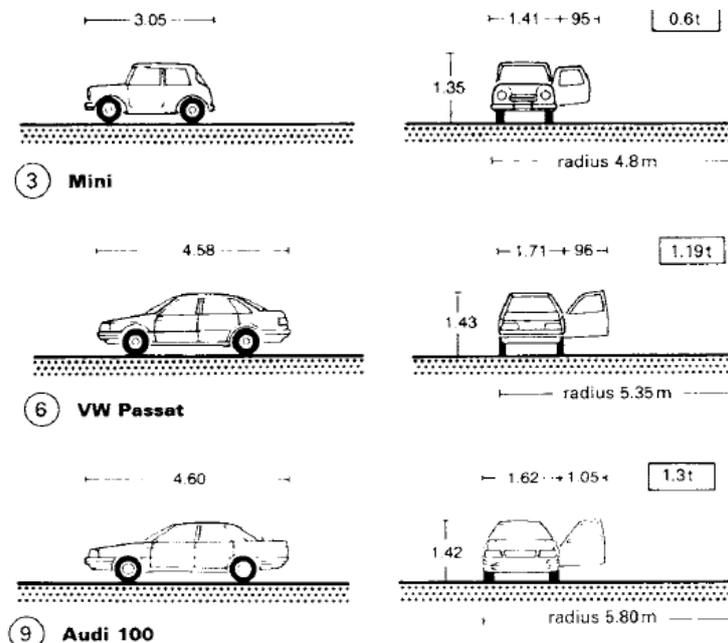


IMAGEN A5.2: DIMENSIONES VEHÍCULOS (FUENTE: NEUFERT)

## 2.2 ACCESO A LA ZONA DE APARCAMIENTO

No se espera una gran circulación de vehículos, por lo que para el diseño se ha contado con un único acceso con dimensiones suficientes para la circulación en doble sentido.

El acceso se realizará por la rotonda de la Calle Jose María Quijano, único lado de la parcela colindante con una vía de transporte. Dicho acceso será de doble sentido, por lo que tendrá una anchura de 5 m (Imagen A5.3); para ello nos hemos apoyado en el libro “Cómo proyectar la arquitectura” de Neufert.

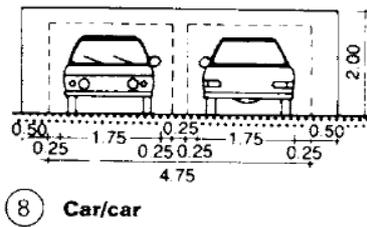


IMAGEN A5.3: DIMENSIONES CARRIL DE DOBLE SENTIDO (FUENTE: NEUFERT)

## 2.3 RADIOS DE GIRO

El radio de giro de un vehículo se encuentra directamente relacionado con la distancia entre ejes del vehículo (delantero y trasero), el ancho de vía y el ángulo de giro de las ruedas delanteras.

Para el diseño del aparcamiento se ha establecido un radio de giro mínimo correspondiente a un turismo medio, dicho radio es de 5,75 m. Dicha medida está recogida en el libro “Cómo proyectar la arquitectura” de Neufert (Tabla A5.1).

TABLA A5.1: MEDIDAS NORMALIZADAS SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO

type of vehicle	length (m)	width (m)	height (m)	turning circle radius (m)
motorcycle	2.20	0.70	1.00 <sup>2)</sup>	1.00
car				
- standard	4.70	1.75	1.50	5.75
- small	3.60	1.60	1.50	5.00
- large	5.00	1.90	1.50	6.00
truck				
- standard	6.00	2.10	2.20 <sup>1)</sup>	6.10
- 7.5t	7.00	2.50	2.40 <sup>1)</sup>	7.00
- 16 t	8.00	2.50	3.00 <sup>1)</sup>	8.00
- 22t (+16 t trailer)	10.00	2.50	3.00 <sup>1)</sup>	9.30
refuse collection vehicle				
- standard 2-axle vehicle (4 × 2)	7.64	2.50	3.30 <sup>1)</sup>	7.80
- standard 3-axle vehicle (6 × 2 or 6 × 4)	1.45	2.50	3.30 <sup>1)</sup>	9.25
fire engine	6.80	2.50	2.80 <sup>1)</sup>	9.25
furniture van (with trailer)	9.50 (18.00)	2.50	2.80 <sup>1)</sup>	9.25
standard bus I	11.00	2.50 <sup>3)</sup>	2.95	10.25
standard bus II	11.40	2.50 <sup>3)</sup>	3.05	11.00
standard vehicle - bus	11.00	2.50 <sup>3)</sup>	2.95	11.20
standard vehicle - articulated bus	17.25	2.50 <sup>3)</sup>	4.00	10.50-11.25
standard articulated truck	18.00	2.50 <sup>4)</sup>	4.00	12.00 <sup>5)</sup>
tractor		2.50 <sup>4)</sup>	4.00	
trailer		2.50 <sup>4)</sup>	4.00	
max. values of the road regulations				
2-axle vehicle (4 × 2)	12.00	2.50 <sup>4)</sup>	4.00	12.00
vehicle with more than 2 axles	12.00	2.50 <sup>4)</sup>	4.00	12.00
tractor with semi-trailer	15.00	2.50 <sup>4)</sup>	4.00	12.00
articulated bus	18.00	2.50 <sup>4)</sup>	4.00	12.00
trucks with trailer	18.00	2.50 <sup>4)</sup>	4.00	12.00

10 Basic vehicle data



## 2.4 DÁRSENAS DE APARCAMIENTO

Las plazas de aparcamiento serán de 2.5 m de ancho por 4.5 de largo, como se ha estipulado y explicado en el apartado 2.1 de este anejo. Las líneas de delimitación de las plazas tendrán una anchura de 16 centímetros y estarán pintadas con pintura blanca.

El número de plazas de estacionamiento vendrá dado por las condiciones establecidas en el Planeamiento Urbanístico Municipal de la zona. Dicha normativa expone que debe existir una plaza de aparcamiento para automóviles por cada 100 m<sup>2</sup> construidos y en caso de que hubiese, además, en el mismo edificio presencia de oficinas, despachos o dependencias administrativas, se sumará a la dotación anterior la que corresponda por este uso. Por lo tanto, deberíamos tener 44 plazas de aparcamiento.

Sin embargo, dado que la producción es robotizada y que la nave diseñada es parte de Nissan, no se requiere tanta disponibilidad. En consecuencia, se han dispuesto un total de 24 plazas de aparcamiento en la parcela. En caso de necesitarse más se recurriría al aparcamiento de la propia fábrica de Nissan, la cual se encuentra a escasos metros.

## 2.5 CALLES DE CIRCULACIÓN

La anchura de las calles de circulación viene definida en función de los sentidos de circulación y su función, para lo cual se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Si es de un solo sentido y da acceso a plazas de estacionamiento en línea: 4 m.
- Si no sirve de acceso directo a las plazas de estacionamiento: 3 m.
- En el resto de los casos donde de acceso a plazas de estacionamiento y es de un solo sentido: 5 m.
- En el resto de los casos donde de acceso a plazas de estacionamiento y sea de doble sentido aumentará a 6 m.

En nuestro caso serán de 5 m como el acceso, dado que estas serán de un solo sentido.

## 3 DISTRIBUCIÓN DEL INTERIOR DE LA NAVE INDUSTRIAL

Teniendo en cuenta el uso que tendrá la nave industrial del presente proyecto, esta se encuentra dividida en dos plantas. El primer nivel ocupa el área completa de la nave (4116 m<sup>2</sup>), la cual a su vez se encuentra dividida en 3 zonas diferenciadas (Imagen A5.4):

- Zona de actividad administrativa, talleres y vestuarios. La cual incluye además un vestíbulo y zona de ocio (comedor y área de descanso) para los trabajadores.

- Zona de producción: en ella dispone únicamente las líneas de mecanizado.
- Zona de carga y descarga: área destinada a la recepción y entrega de mercancía.

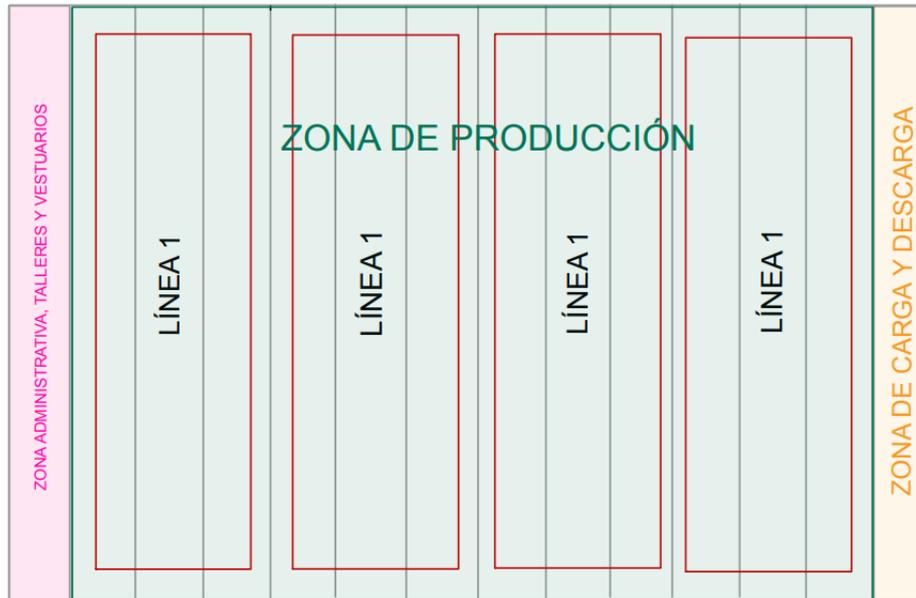


IMAGEN A5.4: REPRESENTACIÓN GRÁFICA ZONAS DE LA NAVE INDUSTRIAL EN PLANTA

Por su parte, el segundo nivel contará con un área de tan solo 147 m<sup>2</sup>, correspondiendo esta a una zona de oficinas y un aseo. La zona de oficinas será un espacio abierto dotado de numerosas mesas, tanto grandes para conferencias como individuales, con objeto de fomentar el trabajo colaborativo y el “*brainstorming*”.

Esta información se completará con el Plano 3 de “Distribución de los espacios” y con el Anejo N°8 dedicado a la “Seguridad Contra Incendios”.

### 3.1 ZONA DE ACTIVIDAD ADMINISTRATIVA, TALLERES Y VESTUARIOS

#### 3.1.1 Vestuarios y aseos

Nuestra nave dispondrá de dos vestuarios, uno femenino y otro masculino, y un aseo en la planta superior.

Para el diseño de los vestuarios se ha tomado como referencia la información que proporciona el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) y el Plan Urbanístico Municipal de los Corrales de Buelna. Se expone lo siguiente:

- La necesidad de duchas en un lugar de trabajo dependerá de si lo exige una normativa específica o de si el trabajo desarrollado implica suciedad, contaminación o elevada



sudoración. No todo el personal de un centro de trabajo necesitará duchas, sólo a aquellos puestos con las implicaciones comentadas anteriormente.

- Los vestuarios, tal y como establece el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, en su anexo V-A apartado 2.2, siempre estarán provistos de armarios o taquillas individuales con llave. Sin embargo, no es obligatorio que sean dobles con el fin de guardar el calzado. Únicamente se exige que la ropa de trabajo y la de calle estén separadas cuando sea requerido por una normativa específica o por el estado de contaminación, suciedad o humedad de la ropa de trabajo.
- La dotación de retretes, lavabos y duchas en un lugar de trabajo no está regulada en ninguna normativa. No obstante, en la “guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo”, se establece, como criterio técnico, que el número de retretes recomendables sea de uno por cada quince mujeres o fracción que trabajen en la misma jornada y, en el caso de los hombres, se recomienda que exista un retrete y un urinario por cada veinticinco hombres o fracción. También establece una ducha por cada diez trabajadores o fracción que finalicen su jornada simultáneamente.

Con forme a esta información se dispondrá de:

- 8 taquillas dispuestas en dos niveles.
- 1 ducha por vestuario con espacio para secado y aseo.
- 1 banco para el cambio de ropa.
- Dos lavabos por vestuario con espejos colgados en la pared, dosificadores de jabón y toalleros de papel.
- 1 retrete por vestuario.

### **3.1.2 Almacén de herramientas**

El acceso al almacén de herramientas se realizará desde el taller de mantenimiento. Estará dotado de estanterías para la colocación del material necesario y de una zona de suelo despejada para la acumulación de material o elementos a reparar.

### **3.1.3 Zonas de oficinas**

Cada una de estas habitaciones estará dotada del equipamiento tecnológico necesario como ordenadores, impresoras, etc.; además del mobiliario necesario como mesas, sillas y estanterías, entre otros.



### 3.1.4 Talleres

Los distintos talleres de los que dispone la nave estarán provistos de la maquinaria necesaria para la realización de trabajos. Se tendrá en cuenta un espacio para el acopio de materiales y se contará con estanterías para el almacenaje de herramientas, utensilios y productos necesarios.

Los dos talleres principales dispondrán de una pequeña oficina para trabajos de documentación.

### 3.1.5 Escalera

Para el dimensionamiento de la escalera que conecta los dos niveles de la nave se han tenido en cuenta las recomendaciones del libro “Cómo proyectar la arquitectura” de Neufert. Por ello, se ha determinado una anchura de escalera de 1,25 m, lo cual permite el cruce de dos personas.

## 3.2 ZONA DE PRODUCCIÓN

La zona de producción está constituida por cuatro líneas de mecanizado automatizadas, las cuales están compuestas por robots y máquinas de control numérico. Dichas líneas tienen dimensiones de 14 x 42 m y están separadas por un pasillo central de 3 m y dos pasillos secundarios de 2,5 m. Se ha dejado un pasillo central de 3 m para poder acceder con grúas compactas en caso de necesitar mover maquinaria en el interior de la nave. Los pasillos laterales de la nave serán de 4 m para permitir el doble tránsito de personas.

Las dimensiones mínimas de los pasillos vienen dadas por el INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo), el cual refiere que, para el caso de vías mixtas de vehículos en un solo sentido y peatones en sentido único, la anchura mínima será la del vehículo o carga incrementada en 1 m más una tolerancia de maniobra de 0,4 m. Es decir, se requieren dimensiones mínimas en los pasillos de 2,5 m.

Podemos ver el sentido que llevarán los pasillos en la Imagen A5.5.

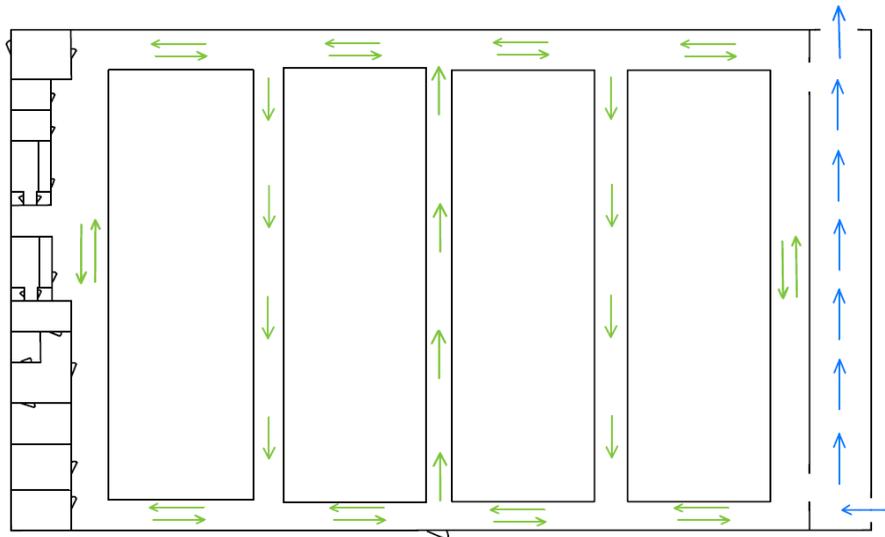


IMAGEN A5.5: SENTIDO DE TRÁNSITO EN LOS DISTINTOS PASILLOS DE LA NAVE

Además, señalar que para seleccionar la altura libre de la nave (8,45 m en cumbre y 6 m en alero) se tuvo en cuenta posibles trabajos de movimiento de maquinaria en su interior con grúas.

### 3.3 ZONA DE CARGA Y DESCARGA DE MERCANCIA

El dimensionamiento de la zona de carga y descarga, dispuesta en el interior de la nave, de piezas provenientes de fundición y piezas ya mecanizadas, salientes de las líneas, vendrá dado por las siguientes condiciones: tamaño del vehículo transportador, calle de circulación y zona de almacenaje. Se ha estipulado que habrá una descarga de piezas provenientes de fundición cada hora (60 piezas aproximadas por línea a la hora) y, por ende, una carga de piezas ya mecanizadas a la hora, para trasladar al almacén que se encuentra en la zona de mecanizado de la empresa.

#### 3.3.1 Tamaño del vehículo esperado

El vehículo esperado se trata de un tren logístico formado por un tractor de arrastre de mercancía con una serie de remolques acoplados que lleven contenedores donde almacenar las piezas.

Para determinar las dimensiones se ha usado el catálogo de TECNACAR una empresa especializada en este tipo de vehículos. El tractor de arrastre determinado es el modelo "VTA 300 Series" (Imagen A5.6) el cual tiene una capacidad de carga de hasta 10000 kg y es ideal para trabajos exteriores. Por otro lado, unas plataformas para el remolque de pallets o contenedores (denominados según TECNACAR como trenes logísticos), se ha calculado la necesidad de cinco remolques, uno para cada línea y un último para residuos que llevar a compactar a la zona de mecanizado principal de la empresa.

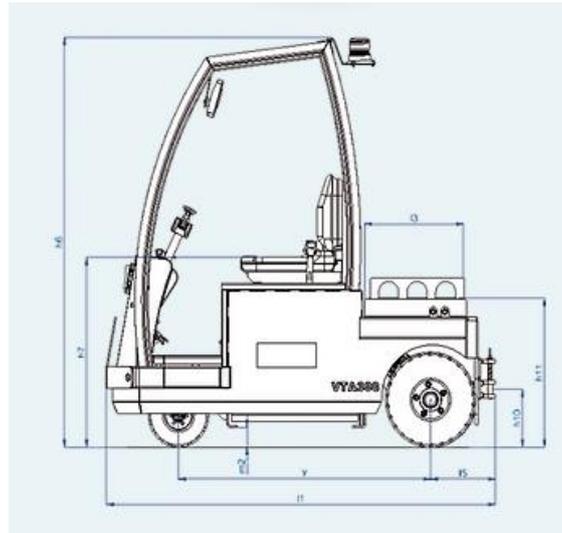


IMAGEN A5.6: TRACTOR DE ARRASTRE (FUENTE: TECNACAR)

Las dimensiones del tractor de arrastre empleado son las siguientes:

- Ancho total: 970 mm.
- Longitud total: 1730 mm.
- Radio máximo de giro: 1844 mm.

Por su parte, los remolques tendrán dimensiones poco mayores que los palets de 800 x 1200 m (valor normalizado).

También deberá tenerse en cuenta las carretillas elevadoras que permitirán transportar las piezas por el interior de la nave. Para disponer de una dimensión de referencia se ha usado el catálogo de la empresa Linde. Se ha considerado la carretilla eléctrica modelo “E10” (Imagen A5.7). La carretilla será cargada en sus momentos de inactividad.



IMAGEN A5.7: CARRETILLA ELÉCTRICA E10 (FUENTE: LINDE)

Las dimensiones de la carretilla eléctrica considerada son:

- Longitud total: 2604 mm.
- Anchura total: 828 mm.
- Radio de giro: 1320 mm.

### 3.3.2 Calle de circulación en el interior de la nave

La anchura de la calle de circulación del tren logístico vendrá definida por el INSST (Instituto Nacional de Seguridad y Salud). Este estipula que, para el caso de vías mixtas de vehículos en un solo sentido y peatones en sentido único, la anchura mínima será la del vehículo incrementada en 1 m más una tolerancia de maniobra de 0.4 m. En el caso que se está tratando, la calle de circulación tendrá 2,37 m de ancho. Lo que nos deja con 3,63 m de espacio para almacenaje y tránsito de la carretilla elevadora y operarios.

En la Imagen A5.8 podemos observar, en la zona derecha, el recorrido que va a realizar el tren logístico (flechas en azul) y la zona destinada a almacenaje y tránsito (zona rallada).

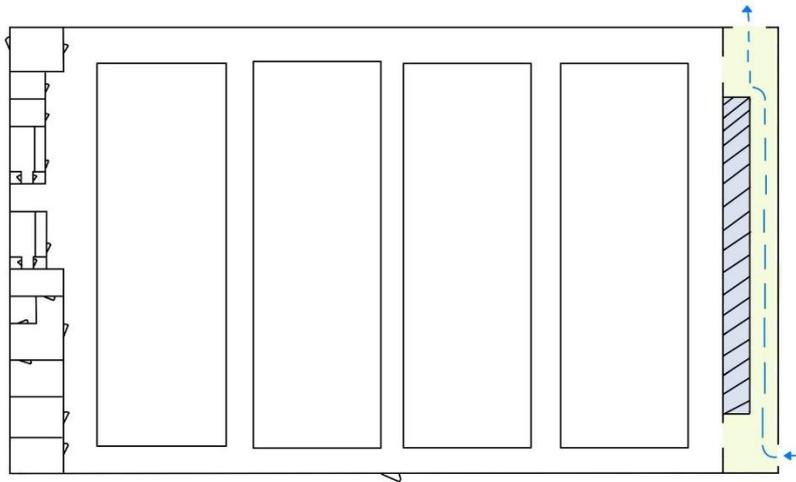


IMAGEN A5.8: PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL

### 3.3.3 Zona de almacenaje

Se apilarán los palets en caso de que alguna línea estuviera ralentizada.

ANEJO N°6:  
PLAN DE OBRA



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	PLAZO DE EJECUCIÓN .....	2
3	EQUIPO MATERIAL .....	2
4	EQUIPO HUMANO .....	3
5	TAREAS Y ESTIMACIÓN DE SU DURACIÓN .....	4
6	DIAGRAMA DE GANTT .....	6



## 1 INTRODUCCIÓN

La estimación precisa del tiempo requerido para completar la obra es crucial para una gestión eficiente de esta. En este apartado se describirá de forma detallada el proceso de planificación temporal, basado en una estimación que abarca las fases más representativas del proyecto.

## 2 PLAZO DE EJECUCIÓN

Para dicha planificación se tienen en cuenta los días hábiles y un horario de lunes a viernes de 7:00 a 15:00 horas. Se han considerado posibles acoples entre actividades con la finalidad de reducir al máximo el plazo de ejecución previsto.

Cabe mencionar que los tiempos considerados para cada actividad son los correspondientes con un desarrollo ideal de las obras. Es por ello por lo que cualquier factor podrá producir un retraso en el plazo de ejecución. Por tanto, el Plan de Obra no será más que un documento informativo y estimado que nos sirve de orientación, por lo que es de obligatoriedad que el Contratista confeccione un Plan de Obra y un programa de trabajo más preciso.

## 3 EQUIPO MATERIAL

A continuación, se describen los principales equipos materiales necesarios para llevar a cabo las obras:

- Derribo de la edificación en ruinas:
  - Excavadora.
  - Martillo hidráulico.
  - Retroexcavadora.
  - Cizalla.
  - Medios auxiliares.
- Movimiento de tierras:
  - Retroexcavadora.
  - Pala cargadora.
  - Pisón compactador.
- Cimentación:
  - Camión hormigonera.
  - Panel encofrado.
  - Vibradores.



- Medios auxiliares.
- Estructura metálica:
  - Grúa.
  - Medios auxiliares.
- Cerramientos de cubierta y fachada:
  - Grúa.
  - Medios auxiliares.
- Forjados y solera.
  - Hormigonera.
  - Vibradores.
  - Medios auxiliares.

## 4 EQUIPO HUMANO

En este apartado se describen los principales cargos necesarios en la ejecución de la obra:

- Demolición:
  - Oficial 1º.
  - Peón.
  - Conductor de maquinaria.
- Movimiento de tierras:
  - Peón.
  - Conductor de maquinaria.
- Cimentación:
  - Oficial 1º.
  - Peón.
- Estructura metálica:
  - Soldador.
  - Montador.
- Cerramientos de cubierta y fachada:
  - Soldador.
  - Montador.
- Forjados y solera:



- Oficial 1º.
- Peón.

## 5 TAREAS Y ESTIMACIÓN DE SU DURACIÓN

En este apartado procede a desarrollarse, de forma esquemática, cada una de las tareas que han de ejecutarse durante el periodo de construcción, así como su duración:

1. Derribo de la edificación en ruinas (15 días).
2. Adecuación del terreno (22 días). Incluye las siguientes tareas:
  - Limpieza y desbroce del terreno.
  - Nivelación del terreno.
  - Instalación de vallado, señalización y replanteo.
3. Cimentación (25 días). Las tareas a desarrollar serán las siguientes:
  - Excavación y compactación de las bases de zahorra.
  - Colocación de la capa de hormigón de limpieza.
  - Montaje de armaduras.
  - Encofrado y vertido del hormigón.
4. Estructura (64 días). Las tareas que incluye este paso son:
  - Montaje de la estructura metálica portante.
  - Montaje de elementos metálicos secundarios.
  - Ejecución del forjado de oficinas.
  - Ejecución de la solera.
5. Cerramientos de cubierta, fachada y elementos divisorios interiores (15 días). Las tareas a desarrollar en este paso serán las siguientes:
  - Colocación y fijación de cubierta tipo sándwich prefabricada intercalada con lucernarios.
  - Colocación y fijación de paneles de fachada tipo sándwich prefabricados.
  - Sellado y acabado de juntas.
  - División de interiores.
6. Acabados y detalles (10 días). Se incluyen tareas como la realización de:
  - Acabados interiores y exteriores.
  - Instalación de puertas y ventanas.
  - Instalación de elementos de seguridad y contra incendios.



7. Inspección y pruebas finales (5 días). Se incluyen en este paso las siguientes actuaciones:
  - Inspección final.
  - Ajustes, correcciones y limpieza general.
8. Entrega al cliente (1 día).

En base a lo anterior, la duración estimada total de las obras será de 157 días.



## 6 DIAGRAMA DE GANTT

Obtenida la información anterior, se realiza un diagrama de Gantt con objeto de plasmar de forma gráfica el Plan de Obra estimado para la ejecución de la nave industrial objeto del presente proyecto.

### DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL EN LOS CORRALES DE BUELNA

Clara Hernández Herrera

Encargo de la Universidad de Cantabria

ACTIVIDAD	DURACIÓN	MES 1		MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
1 Derribo de la edificación	15 días	■	■	■																			
2 Adecuación del terreno	22 días		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
3 Cimentación	25 días					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
4 Estructura	64 días									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
5 Cerramientos de cubierta, fachada y elementos divisorios interiores	15 días																■	■	■	■	■	■	
6 Acabados y detalles	10 días																				■	■	
7 Inspección y pruebas finales	5 días																					■	
8 Entrega al cliente	1 día																					■	

# ANEJO N°7: GESTIÓN DE RESIDUOS



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	OBJETO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	2
3	FIGURAS FUNDAMENTALES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS .....	2
3.1	PRODUCTOR DE RESIDUOS.....	2
3.2	POSEEDOR DE RESIDUOS.....	3
4	IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	3
5	IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR.....	3
6	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA .....	4
6.1	MEDIDAS DE CARÁCTER GENERAL .....	4
6.2	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RCDS .....	4
6.2.1	Hormigón.....	4
6.2.2	Madera .....	5
6.2.3	Hierro y acero.....	5
6.2.4	Escombros minerales o vegetales .....	5
6.2.5	Plásticos, papel y cartón.....	5
6.2.6	Tierras y piedras .....	6
6.3	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS .....	6
7	MEDIDAS A ADOPTAR PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.....	7
8	PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN.....	7
9	PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORACIÓN “IN SITU” .....	8
10	DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS.....	8



## 1 INTRODUCCIÓN

En este anejo trataremos los temas correspondientes a la gestión de residuos durante la obra. Dado que no se llevará a cabo ninguna actividad con un riesgo de afección ambiental alto, no se precisa la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental.

Sin embargo, según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero se establece la obligatoriedad de incluir un Estudio de gestión de Residuos de Construcción y Demolición. Además, el Decreto 72/2010 regula la gestión de residuos de construcción y demolición en Cantabria y prohíbe el vertido de residuos no tratados previamente.

## 2 OBJETO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

La generación de residuos de construcción y demolición ha provocado grandes impactos ambientales como pueden ser la contaminación de suelos y acuíferos, y el deterioro paisajístico. Con el Estudio de Gestión de Residuos se intenta promover procesos de reutilización de los materiales con el fin de disminuir la cantidad de residuos generados y minimizar el impacto medioambiental.

## 3 FIGURAS FUNDAMENTALES DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

### 3.1 PRODUCTOR DE RESIDUOS

Según el artículo 2 y artículo 4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, el productor de residuos de construcción y demolición es definido como: “persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición”. Dicha persona tendrá que incluir en el Proyecto un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, el cual deberá de cumplir con una serie de obligaciones:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos generados en la obra.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que generarán en la obra.
- Medidas para la separación de los residuos en obra (apartado 5 del artículo 5 de este documento).



- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que forman parte del presupuesto del proyecto.
- Inventario de residuos peligrosos generados en caso de obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.

### **3.2 POSEEDOR DE RESIDUOS**

Según el artículo 2 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, “el poseedor de residuos de construcción y demolición es la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción y demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.”

Esta persona deberá presentar un plan que refleje como va a llevarse a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que vayan a producirse en la obra. También está obligado a sufragar el coste de la gestión y facilitar al productor la documentación acreditativa de la correcta gestión de los mencionados residuos.

## **4 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

- Fase del proyecto: Proyecto Básico.
- Tipo de obra: Nueva Construcción.
- Situación: Los Corrales de Buelna, Cantabria.
- Proyecto: Diseño estructural de Nave Industrial en Los Corrales de Buelna
- Promotor: Universidad de Cantabria.
- Generador de residuos: Titular de la licencia urbanística de la obra de demolición y construcción.

## **5 IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR**

Este apartado está referido por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, en la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Se ha generado la siguiente lista de residuos generados principales a partir de la lista del Anejo 2 de dicha orden:

- Hormigón.
- Madera.



- Hierro y acero.
- Escombros minerales o vegetales.
- Plástico, papel y cartón.
- Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.

## **6 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA**

En este apartado se describirán las medidas oportunas para prevenir la generación de residuos en la obra. Dichas medidas deberán ser interpretadas por el poseedor de los residuos como una serie de directrices a cumplir a la hora de elaborar el Plan de Gestión de Residuos conveniente.

Se pretende reducir la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) y reducir la cantidad de sustancias peligrosas contenidas en los residuos que se generen. Esto último disminuirá el carácter de peligrosidad de los residuos de construcción y demolición. También se incluyen dentro de este apartado aquellas medidas que faciliten la reciclabilidad de los productos, que con el tiempo se convertirán en residuos.

### **6.1 MEDIDAS DE CARÁCTER GENERAL**

Como medida general, se deberá minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, así como los residuos originados en la obra. Se debe prever la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra y así evitar un exceso de materiales que, además de ser costoso, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes.

También es de necesidad prever el acopio de los materiales fuera de las zonas de tránsito de la obra y velar por que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización. Con esta medida evitamos residuos procedentes de la rotura de piezas.

### **6.2 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RCDS**

En este apartado se describirán las medidas que deben adoptarse para la prevención de los distintos residuos de construcción y demolición que se prevén generar en la obra.

#### **6.2.1 Hormigón**

- Programación de la llegada de los camiones de hormigón a la obra para evitar el principio de fraguado y la posible necesidad de devolución a planta.
- Aprovechar los restos de hormigón fresco siempre que sea posible.



### **6.2.2 Madera**

- Se realizarán los cortes de la madera con precisión para aprovechar el mayor número de veces posibles, respetando siempre las exigencias de calidad.
- Se almacenarán correctamente los materiales y recortes.
- Se debe favorecer el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Se acopiarán separadamente y serán reciclados, reutilizados o llevados a un vertedero autorizado.
- Los acopios de madera deberán estar protegidos de golpes o daños.

### **6.2.3 Hierro y acero**

- Se debe centralizar el montaje de los elementos armados, siempre que exista la posibilidad y haya suficiente espacio en la obra.
- Se almacenarán correctamente los materiales para protegerlos de la intemperie y así evitar la corrosión en el caso de metales.
- Se aprovecharán los materiales y rectores de estos.
- Se favorecerá el reciclaje de aquellos elementos que tengan opciones de valorización.
- Se debe optimizar el corte de las chapas para reducir al mínimo los recortes.

### **6.2.4 Escombros minerales o vegetales**

- Los escombros vegetales se acopiarán en terrenos con pendientes menores al 2%.
- Los escombros vegetales se acopiarán a más de 100 m de los cursos de agua para evitar su contaminación.
- Se planificará la demolición para poder clasificar los escombros.
- Dichos escombros serán reciclados.
- Se conservarán las ramas pequeñas y hojas para revegetar.
- Los escombros vegetales se trasladarán a una planta de compostaje.

### **6.2.5 Plásticos, papel y cartón**

- Se busca comprar evitando envoltorios que sean innecesarios.
- Se comprará material al por mayor con envases de un tamaño que permita reducir la producción de residuos de envoltorios.



- Se debe dar preferencia a los proveedores que envasan sus productos con materiales reciclados o biodegradables, o que envasen sus productos con sistemas de embalajes que tiendan a reducir los residuos.

### **6.2.6 Tierras y piedras**

- Parcialmente se reutilizarán en la propia obra para relleno de zonas.
- Los residuos sobrantes deberán retirarse a un vertedero autorizado.
- Se fomentará la utilización de materiales y residuos inertes procedentes de actividades de construcción y demolición en la restauración de espacios ambientalmente degradados, obras de acondicionamiento o relleno.
- Destinar unas zonas determinadas al almacenamiento de las tierras y al movimiento la maquinaria, con lo que se consigue evitar compactaciones excesivas del terreno.
- Proteger la primera capa del suelo aparándola, y no realizar grandes acopios para evitar la excesiva compactación y deterioro de la tierra.

## **6.3 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS**

En el caso de que existiesen residuos peligrosos en la obra, tales como aceites minerales y sintéticos, estos deberán seguir las siguientes medidas para su reducción o prevención:

- Se debe establecer una sistemática para almacenamiento y recogida por un gestor autorizado.
- Los residuos peligrosos deberán recogerse en envases sólidos y resistentes, sin defectos estructurales o fugas.
- Se debe depositar en bidones, que se trasladarán cerrados desde el taller hasta el almacén.
- Se almacenará en cisternas de 3000 litros, perfectamente etiquetado.
- Se almacenará evitando mezclas con agua, residuos oleaginosos y residuos peligrosos.
- Se prohíben vertidos en cauces o en alcantarillado.
- Se prohíben depósitos en el suelo.
- Se evitarán tratamientos que afecten a la atmósfera.
- Se debe inscribir en la hoja de control interno de residuos peligrosos.
- Se reduce la cantidad generada manteniendo las máquinas en buen estado.



## 7 MEDIDAS A ADOPTAR PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las cantidades expuestas en la Tabla A7.1.

TABLA A7.1: SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

MATERIALES	CANTIDAD
Hormigón	80 T
Ladrillos, tejas y cerámicos	40 T
Metal	2 T
Madera	1 T
Vidrio	1 T
Plástico	0.5 T
Papel y cartón	0.5 T

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que este ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

## 8 PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN

- Reutilización de tierras y piedras no contaminadas procedentes de la excavación.
- Reutilización de restos de hormigón y escombros: No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos. Simplemente serán transportados a planta de clasificación y tratamiento, o a vertedero autorizado.
- Reutilización de materiales metálicos: No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos. Simplemente serán transportados a gestor autorizado, a planta de clasificación y tratamiento de RCD, o a vertedero autorizado.
- Reutilización de restos de mezclas bituminosas: No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos. Simplemente serán transportados a planta de clasificación y tratamiento, o a vertedero autorizado.



## 9 PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORACIÓN “IN SITU”

No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, por lo que simplemente serán transportados a un gestor autorizado, a una planta de clasificación y tratamiento de RCDs o a un vertedero autorizado.

## 10 DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS

En la Tabla A7.2 se recogen los distintos destinos previstos para los residuos generados en obra, los cuales no son reutilizables ni valorizables “in situ”. Las empresas de gestión y tratamiento de residuos serán las autorizadas por el Organismo Autónomo competente para la gestión de residuos no peligrosos.

TABLA A7.2: DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES “IN SITU”

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO	DESTINO
17 01 01 Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta de clasificación y tratamiento / vertedero
17 02 01 Madera	Reciclado / vertedero	Gestor autorizado / Planta de clasificación y tratamiento / vertedero
17 02 03 Plástico	Reciclado / vertedero	Gestor autorizado / Planta de clasificación y tratamiento / vertedero
17 04 05 Hierro y acero	Reciclado / vertedero	Gestor autorizado / Planta de clasificación y tratamiento / vertedero

ANEJO N°8:  
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	3
1.2	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	3
2	IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	3
2.1	TIPO DE OBRA.....	3
2.2	UBICACIÓN.....	3
2.3	PROMOTORES DE LA OBRA .....	3
2.4	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	3
2.5	PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA .....	4
2.6	NÚMERO ESTIMADO DE TRABAJADORES.....	4
2.7	INVENTARIO DE COMPONENTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.....	4
3	RIESGOS LABORALES MÁS FRECUENTES.....	5
4	PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	6
4.1	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI) .....	6
4.2	SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.....	7
4.3	RECOMENDACIONES DE ACTUACIÓN PREVENTIVA .....	8
4.3.1	Señalización obligatoria en el interior de la obra.....	8
4.3.2	Normas de seguridad que adoptar en demoliciones .....	9
4.3.3	Normas de seguridad que adoptar en los trabajos topográficos.....	9
4.3.4	Normas de seguridad que adoptar en movimientos de tierras .....	9
4.3.5	Normas de seguridad relativas a las cimentaciones .....	10
4.3.6	Normas de seguridad relativas a las estructuras de hormigón armado y metálicas .....	12
4.4	FORMACIÓN .....	15
5	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS .....	15
5.1	BOTIQUINES.....	15



5.2	ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS .....	15
5.3	RECONOCIMIENTO MÉDICO .....	15
5.4	ABONO DE LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO .....	15
6	CONCLUSIÓN.....	16



## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Según el artículo 6 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, este estudio tiene el objetivo de precisar las normas de seguridad y salud aplicables durante el proceso de construcción. Se deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, y se deberá crear un listado de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en el caso en el que se propongan medidas alternativas.

### **1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Será utilizado por la empresa contratista como base en lo referente a la prevención de riesgos laborales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa.

## **2 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

### **2.1 TIPO DE OBRA**

Se trata de una obra de demolición y construcción para un proyecto básico de una nave industrial aislada dentro de una parcela. Dicha nave será destinada al mecanizado de manguetas de automóviles.

### **2.2 UBICACIÓN**

La zona en la que se ubica la obra es en la parcela número 3, pol. 40960, situada en la calle Jose María Quijano en Los Corrales de Buelna, Cantabria.

### **2.3 PROMOTORES DE LA OBRA**

El presente proyecto es promovido a raíz de la necesidad de elaborar un Trabajo de Fin de Grado para la obtención del título de graduado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Cantabria.

Los tutores del proyecto han sido Haydee Blanco Wong y Yosbel Boffill Orama.

### **2.4 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA**

El plazo de ejecución de la obra que comprende este proyecto será de 163 días, como se ha especificado y desarrollado en el Anejo N°6 denominado "Plan de Obra".



## 2.5 PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA

El presente presupuesto asciende a la cantidad reflejada en documento N<sup>º</sup>4 (“Presupuesto y mediciones”) que forma parte del proyecto.

## 2.6 NÚMERO ESTIMADO DE TRABAJADORES

Para conocer el número exacto de trabajadores habría que realizar un estudio de las distintas actividades que van a realizarse durante el transcurso de la obra. Sin embargo, al tratarse de un TFG se ha tenido que realizar una estimación del número de trabajadores basándonos en otros proyectos parecidos, considerándose un número de empleados medio por año de 30.

## 2.7 INVENTARIO DE COMPONENTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

<b>MATERIALES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bandejas y soportes.</li> <li>- Cables.</li> <li>- Cajetines, regletas, anclajes.</li> <li>- Grapas, abrazaderas y tornillería.</li> <li>- Ladrillos, cemento, etc.</li> <li>- Mangueras eléctricas.</li> <li>- Siliconas y cementos químicos.</li> <li>- Tubos de conducción.</li> </ul>
<b>ENERGÍAS Y FLUIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electricidad.</li> <li>- Esfuerzo humano.</li> </ul>
<b>MANO DE OBRA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficial electricista.</li> <li>- Peón especialista.</li> <li>- Responsable técnico a pie de obra.</li> </ul>
<b>MAQUINARIA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motores eléctricos.</li> <li>- Sierra de metales.</li> </ul>
<b>HERRAMIENTAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chequeador portátil de la instalación.</li> <li>- Cizalla cortacables.</li> <li>- Desatornilladores.</li> <li>- Equipo de soldadura.</li> <li>- Esmeriladora radial.</li> <li>- Herramientas de combustión.</li> <li>- Herramientas dieléctricas.</li> <li>- Martillos.</li> <li>- Niveles, reglas y escuadras.</li> <li>- Pelacables.</li> <li>- Pistola fijadora de clavos.</li> <li>- Sierra de arco para metales.</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"><li>- Taladradora.</li><li>- Tijeras.</li></ul>
<b>MEDIOS AUXILIARES</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Alfombra aislante.</li><li>- Andamios.</li><li>- Banquera aislante.</li><li>- Escaleras de mano.</li><li>- Lona aislante.</li><li>- Puntales y caballetes.</li><li>- Redes y cuerdas.</li><li>- Señales de seguridad, vallas y bailzas.</li></ul>
<b>SISTEMAS DE TRANSPORTE Y/O MANUTENCIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Bateas y cestas.</li><li>- Contenedores de recortes.</li><li>- Cuerdas de izado y eslingas.</li><li>- Grúa y carretillas elevadoras.</li></ul>

### 3 RIESGOS LABORALES MÁS FRECUENTES

En este apartado se desarrollará un listado de riesgos laborales que se producen con mayor frecuencia:

- Deslizamientos de tierras o rocas.
- Atropellos.
- Desprendimientos o rotura del encofrado.
- Movimientos descontrolados del encofrado.
- Quemaduras.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Humos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Generación de polvo.
- Afecciones en la piel y vías respiratorias.
- Lumbalgia.
- Lesiones en manos.
- Lesiones en pies.
- Choques o golpes contra objetos.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Incendio.
- Explosión.



- Caídas al mismo nivel o distinto nivel.
- Caídas o colapsos de andamios.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Caídas de objetos materiales.
- Caídas o hundimientos de medios auxiliares, andamios, etc.
- Heridas por elementos punzantes.
- Colisiones y vuelcos.
- Ruidos y vibraciones.

## **4 PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES**

Previo al inicio de las obras, se designará un Coordinador de Seguridad y Salud, el cual será responsable de asegurar el correcto cumplimiento de las normas dictadas en este Anejo. En caso de considerarse innecesario, o si la Dirección de las Obras lo decidiese, la Dirección Facultativa asumirá esta función.

Todo trabajador que se incorpore a la obra, ya sea de la Contrata, de una subcontrata o un trabajador autónomo, recibirá previamente la información necesaria sobre las actividades que realizará, los riesgos asociados, las normas aplicables y sus responsabilidades.

Previo al inicio de cualquier actividad, el responsable de la unidad correspondiente informará al Coordinador de Seguridad y Salud sobre el trabajo a realizar, la maquinaria empleada, los equipos humanos asignados y la información facilitada a cada trabajador.

Si el Coordinador lo considerase conveniente, se organizarán reuniones complementarias de información y formación para garantizar el perfecto conocimiento de los trabajos a realizar y medios de prevención de riesgos.

No se permitirá el acceso, circulación o permanencia en el interior la obra sin tener conocimiento de las normas de protección individual y colectiva incluidas en el Plan de Seguridad y Salud.

Todos los participantes en la obra, incluidos los visitantes, deberán tener a disposición los equipos de protección individual indicados en el siguiente punto.

### **4.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)**

Se deberá exigir en todos los equipos de protección individual el correcto certificado (CE) de los mismos. A continuación, se ha generado una lista de elementos que forman parte de esta clasificación:



- Botas de agua.
- Botas de seguridad dieléctrica.
- Botas de seguridad sin refuerzos para trabajos en tensión.
- Casco certificado.
- Chalecos reflectantes.
- Cinturones antivibratorios.
- Cinturones de sujeción de seguridad.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Gafas para oxicorte.
- Gafas para trabajar con esmerilador.
- Guantes de precisión.
- Guantes de soldador.
- Guantes de uso general.
- Guantes dieléctricos certificados.
- Mascarillas antipolvo y sus correspondientes filtros.
- Pantallas de soldador.
- Polainas y mandiles de soldador.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo (monos o buzos, trajes de agua...).

## 4.2 SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

A continuación, se ha generado una lista de elementos que forman parte de esta clasificación:

- Alfombra aislante.
- Andamio de Borriquetas.
- Andamios apoyados en el suelo, de estructura tubular.
- Andamios colgados móviles.
- Banqueta aislante.
- Barandillas de protección.
- Cable “de llamada”.
- Cinta de delimitación de zona de trabajo.
- Cinta de señalización.
- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Escaleras portátiles.



- Estinga de banda textil.
- Iluminación.
- Pértigas aislantes de maniobra.
- Plataformas de trabajo.
- Protección de personas en instalaciones eléctricas.
- Protecciones y resguardos en máquinas.
- Redes de seguridad.
- Se debe conectar el cable de tierra del dispositivo.
- Señalización.
- Sirgas.
- Toldos.
- Verificadores de ausencia de tensión.

### **4.3 RECOMENDACIONES DE ACTUACIÓN PREVENTIVA**

#### **4.3.1 Señalización obligatoria en el interior de la obra**

Se deberá disponer de las siguientes señalizaciones en el interior de la obra para prevenir riesgos laborales y velar por la salud de los trabajadores:

- Señal de STOP en las salidas de vehículos.
- Señales de zonas de riesgo eléctrico, caída de objetos, caídas a distinto nivel, maquinaria pesada, cargas suspendidas, incendios y explosiones.
- Señal de entrada y salida de vehículos.
- Señal de prohibido encender fuego.
- Señal de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Señal de prohibido fumar
- Señal de prohibido aparcar.
- Señal de localización de botiquín.
- Señal de localización de extintor.
- Señal de uso obligatorio de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas, guantes, etc.
- Señalización de zonas de gálibo reducido, conducciones eléctricas, transmisiones mecánicas y los aparcamientos.



### **4.3.2 Normas de seguridad que adoptar en demoliciones**

Es obligatorio el uso de botas con puntera metálica, gafas antipartículas, mascarillas antipolvo, cinturón antivibratorio y guantes de seguridad durante esta actividad. Además, en caso de usar un martillo neumático, se deben utilizar protectores acústicos. En aquellos trabajos que se ejecuten próximos al vacío se emplearán cinturones de seguridad.

Se prestará especial atención a las conexiones de las mangueras para evitar que se suelten. Nunca se debe dejar el martillo clavado en el suelo. Los cortes de elementos metálicos se realizarán con un soplete, el cual nunca debe dejarse encendido.

No se trabajará bajo ningún concepto en las proximidades de productos combustibles o inflamables.

Se tomarán precauciones para evitar la caída de trozos de material al cortar, asegurando que las mangueras no golpeen o lesionen a las personas. Además, se comprobará periódicamente el estado de los equipos, actuando de inmediato ante cualquier fuga detectada.

### **4.3.3 Normas de seguridad que adoptar en los trabajos topográficos**

Antes de iniciar los trabajos en campo, se trazará a pie el recorrido de forma rápida para señalizarán los lugares de observación y los recorridos a realizar, detectando los posibles peligros y la forma de evitarlos o eliminarlos.

Todos los elementos de trabajo (cintas, jalones, banderas, miras, etc.) deben ser de un material no conductor de electricidad y carecer, en lo posible, de partes metálicas u otros materiales capaces de crear campos de electricidad estática.

### **4.3.4 Normas de seguridad que adoptar en movimientos de tierras**

Debe identificarse a lo largo de la traza cualquier servicio subterráneo existente (cables eléctricos, de telefonía, conducciones de agua, sistema de riego, etc.). Si se detecta alguno, se señalizará claramente para indicar que en esos puntos no se puede trabajar, salvo instrucciones específicas del jefe, quien indicará cómo realizar dichos trabajos y qué precauciones deben adoptarse.

Cuando se realice el terraplenado junto a una línea, deberá señalizarse la altura respecto el suelo o sobre el futuro terraplén acabado. Se colocarán señales de advertencia a ambos lados de la línea y se instalarán gálibos, respetando la distancia de seguridad. Dicha distancia dependerá del peligro que conlleve el servicio enterrado.



Para evitar intrusiones de terceros en los trabajos, cada área de trabajo debe estar claramente señalizada con carteles que prohíban el paso a vehículos y personal no autorizado. Todos los caminos se dimensionarán según los vehículos que circulen por ellos y se mantendrán en buen estado de conservación. Además, cualquier trabajo que pueda provocar la caída de materiales sobre un camino o zona transitable será debidamente señalizado y, si fuese necesario, se cortaría el tráfico en momentos clave. Además, los caminos de servicio y enlaces con carreteras dispondrán de la señalización reglamentaria. Si el tráfico es intenso, se contará con señalistas que corten el tráfico, con la correspondiente autorización de las autoridades competentes.

Por otro lado, cuando camiones o maquinas deban cruzar caminos, carreteras o vías férreas de manera esporádica, el jefe de trabajo asistirá personalmente a la maniobra y será responsable de su organización.

Antes de iniciar trabajos de extendido y compactado deben vallarse y señalizarse los huecos existentes. Los taludes se adaptarán al tipo de terreno en el que se trabaje.

En trabajos nocturnos, el personal en la plataforma deberá utilizar prendas reflectantes.

Durante las operaciones de compactación, no debe haber personas a pie en la zona, y deberá evitarse que el personal se acerque a los taludes mientras se trabaja con máquinas. El personal usará monos de color llamativo para su fácil localización y no trabajará al pie de un talud desde el borde superior, el cual debe estar debidamente señalizado.

Los maquinistas y conductores deben asegurarse de que las inmediaciones de sus máquinas y vehículos estén despejadas de personas u objetos. Además, el operador solo subirá y bajará de su máquina o vehículo utilizando los accesos dispuestos para estos fines. Toda máquina o vehículo deberá estar dotada de un pórtico antivuelco o cabina. Ningún operador trabajará a menos de 5 m de una línea eléctrica aérea de alta tensión; si así fuera a ocurrir, parará y pedirá instrucciones al responsable de la actividad.

#### **4.3.5 Normas de seguridad relativas a las cimentaciones**

Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al operario. Además, se planificará y señalizará la circulación de vehículos en la zona, estableciendo recorridos en sentido único y, siempre que sea posible, manteniéndolos alejados de los bordes de la excavación. Si esto último no es factible, se deberá considerar el impacto de las sobrecargas generadas.



Después de lluvias, heladas o interrupciones del trabajo superiores a un día, se deberá inspeccionar cuidadosamente las paredes de la excavación. Además, el agua producida por lluvia, filtraciones u otras causas deberá ser achicada de manera segura y eficiente.

Se prohibirá la circulación o presencia de personal en las proximidades de la maquinaria durante su actividad, así como el trabajo en planos inclinados con fuerte pendiente o debajo de macizos horizontales. Si se realizan trabajos cerca de los bordes de la excavación o en lugar de tránsito, todo el perímetro debe estar vallado, señalizado y, si es necesario, iluminado por la noche.

Por otro lado, si fuera necesario transitar de un lado a otro de una zanja, se deberán instalar pasos adecuados, apoyados lejos de los bordes y nunca sobre la entibación. Queda prohibido la colocación en los bordes de materiales o herramientas que puedan caer sobre los trabajadores en el fondo de la excavación.

Las tierras extraídas se colocarán a una distancia mínima igual a la mitad de la profundidad de la excavación. Si esto no fuera posible, se tomarán medidas para evitar caídas y se considerará la sobrecarga adicional para la estabilidad del talud o el cálculo de la entibación.

Cuando en la excavación se encuentren capas de tierra poco consistentes o bloques de piedra, se procederá su eliminación desde la parte superior de la excavación, manteniendo a los trabajadores alejados hasta que el peligro haya sido eliminado. Además, ninguna persona trabajará, bajo ningún concepto, bajo masas que sobresalgan horizontalmente.

El desencofrado no se realizará hasta que cumpla el tiempo necesario para el fraguado y consolidación del hormigón según las Normas Oficiales vigentes. Estas operaciones serán llevadas a cabo por los mismos operarios que realizaron el encofrado.

El responsable del trabajo deberá seguir las siguientes normas:

- Inspeccionar todos los días, y después de alguna interrupción, la situación del tajo, los entibados, barandillas, testigos del terreno y demás señales de seguridad y circulación.
- Dicho empleado, o persona en quien delegue con capacidad y conocimientos suficientes, deberá revisar el avance de las excavaciones y dirigir las maniobras de carga y descarga.
- Prohibirá el establecimiento de pasos y circulación de vehículos cerca de la excavación.
- Deberá conocer las normas de seguridad de los maquinistas y conductores de vehículos y exigir su cumplimiento.
- Deberá señalar a los maquinistas los puntos de peligro.
- Organizará la circulación de camiones siguiendo los itinerarios señalados.



- Vigilará que el personal permanezca fuera del radio de acción de las máquinas.

#### **4.3.6 Normas de seguridad relativas a las estructuras de hormigón armado y metálicas**

En este apartado se exponen los principales riesgos y las normas y protección colectivas necesarias.

Riesgo de caída de altura:

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 m, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva equivalente.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin (arnés) o utilizando dispositivos de protección colectiva (barandillas, plataformas o redes de seguridad).
- Se deberá verificar la estabilidad, buen estado y solidez de los elementos de soporte y de los medios de protección. Esta verificación se deberá hacer previamente al uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra cosa.
- Cuando exista la necesidad de salvar zanjas, se hará uso de pasarelas adecuadas.

Riesgo de caídas de personas:

- La obra se mantendrá en las debidas condiciones de orden y limpieza.
- Los materiales de acopio y equipos se colocarán y apilarán, con las debidas sujeciones, en zonas destinadas a su fin.
- Se eliminarán los obstáculos de los lugares de paso.
- Se salvarán, en lo posible, las irregularidades del terreno o del suelo, y se facilitará el paso de unas zonas a otras, dentro del mismo nivel.

Caída de materiales:

- Se instalarán redes, viseras, marquesinas o cualquier otro sistema en los lugares de paso o de trabajo para impedir la caída de materiales sobre los trabajadores.
- Los materiales de acopio y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.



- Se evitará, en la medida de lo posible, el transporte de materiales sobre las zonas en las que se encuentren los trabajadores, así como el paso y permanencia de éstos por la zona de barrido de cargas o lugares sobre los que se encuentren cargas suspendidas.
- Deberá vigilarse el eslingado (levantamiento por medio de cuerdas con ganchos) de cargas.
- La sujeción de los materiales transportados por grúas deberá ofrecer garantías suficientes para evitar su caída durante el recorrido.
- Para evitar la caída de materiales por huecos, podrán instalarse, además de la barandilla, un listón intermedio y un rodapié que eviten la caída de personas, y una malla para no dejar que los materiales se cuelen.
- Al terminar los trabajos, se retirarán los materiales o herramientas que puedan desprenderse y causar daños a otras personas.
- Cuando sea necesario se impedirá el acceso a zonas peligrosas.
- Los lugares de trabajo, locales y vías de comunicación de la obra deberán disponer de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche o cuando no haya suficiente luz natural.

#### Riesgo de golpes con herramientas manuales:

- Las herramientas manuales deberán estar en perfecto estado. Por ello, deberán ser revisadas de forma frecuente.
- Las características y tamaño de las herramientas manuales deberán ser las adecuadas para la operación que se vaya a realizar.
- La colocación y transporte de las herramientas manuales no puede implicar riesgos para la seguridad de los trabajadores.
- Los trabajadores que precisen de herramientas para su trabajo dispondrán de un cinturón porta-herramientas para evitar la caída de las mismas.

#### Riesgo de cortes:

- La utilización de las máquinas se llevará a cabo para las operaciones indicadas por el fabricante, y en las condiciones señaladas por el mismo.
- Los elementos de transmisión de las máquinas deberán estar debidamente protegidos para evitar atrapamientos.
- Los dispositivos de corte deberán contar asimismo con carcasa protectora rígida y resistente.
- Se realizará una labor de mantenimiento de las máquinas utilizadas en la obra, renovando y sustituyendo los elementos deteriorados.



- Las protecciones de las máquinas no podrán ser trapeadas.

#### Riesgo de contactos eléctricos:

- Ha de comprobarse la existencia de líneas eléctricas, su proximidad a la edificación y sus interferencias con las zonas de barrido de las grúas.
- Cuando existan tendidos eléctricos próximos a la obra, deberá respetarse la distancia mínima de seguridad.
- La maquinaria eléctrica deberá contar con toma de tierra eficaz.
- Las conexiones de la maquinaria eléctrica deberán revisarse con frecuencia.
- Se deberá cuidar el mantenimiento de los cables de alimentación de las máquinas eléctricas, velando por su protección durante el funcionamiento de la máquina.
- La puesta en marcha y la parada de la máquina se efectuará pulsando el interruptor, y su conexión a la red se llevará a cabo por medio de clavijas, nunca directamente con los conductores.
- Al finalizar el trabajo, deberá desconectarse la máquina de la red.
- No deberán utilizarse aparatos eléctricos con manos o pies mojados.
- Las herramientas eléctricas manuales deberán estar dotadas de mango aislante.

#### Riesgo de ruidos y vibraciones:

- Todo equipo de trabajo propenso a este riesgo deberá disponer de las protecciones adecuadas para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
- Deberá velarse por el mantenimiento de las máquinas que produzcan ruido o vibraciones.

#### Riesgo de sobreesfuerzos y posturas inadecuadas:

- Se emplearán, en la medida de lo posible, medios mecánicos en las operaciones de carga y descarga.
- Las cargas que haya que transportar serán proporcionales a las condiciones físicas del trabajador que las transporta.
- En caso de tener que levantar peso, hacerlo con la espalda en posición vertical para evitar lumbalgias.



## **4.4 FORMACIÓN**

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, una instrucción sobre los métodos de trabajo, los riesgos asociados y las medidas de seguridad a emplear. Esta charla informativa se complementará con carteles informativos y señales que refuercen la obligatoriedad de cumplir con las Normas de Seguridad.

## **5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

### **5.1 BOTIQUINES**

Se dispondrá al menos de un botiquín, el cual dispondrá del material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### **5.2 ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS**

Se deberá informar a la obra sobre la ubicación de los diferentes Centros Médicos asignados para el traslado rápido y efectivo de los accidentados.

Es recomendable disponer en la obra, en un lugar visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros de urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un transporte ágil de los posibles accidentados.

### **5.3 RECONOCIMIENTO MÉDICO**

Todo el personal que inicie labores en la obra deberá someterse a un reconocimiento médico previo, conforme a la normativa vigente, el cual se repetirá anualmente.

Además, quedará a criterio del personal sanitario la administración de vacunas antitetánicas o de cualquier otro tipo si fueran pertinentes.

### **5.4 ABONO DE LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL TRABAJO**

Se establece un abono proporcional a la obra ejecutada en cada grupo de trabajos, y siempre que, a juicio de la Dirección de las obras, se hayan efectivamente adoptado en todo momento las debidas precauciones en el trabajo por parte del Contratista. No se abonarán en caso de falta de aplicación de las medidas de seguridad establecidas.



## 6 CONCLUSIÓN

Considerando este Estudio de Seguridad y Salud adaptado a la normativa vigente y con suficiente detalle para servir de guía durante la ejecución de las obras, se incluye en el Proyecto al cual se refiere para su tramitación conjunta.

ANEJO N°9:  
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS



## CONTENIDO

1	NORMATIVAS.....	4
1.1	DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI).....	4
1.2	REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (RSIEI).....	5
2	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA ZONA DE USO INDUSTRIAL .....	6
2.1	CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO .....	6
2.2	CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO.....	7
2.3	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS.....	8
2.3.1	Fachadas accesibles.....	8
2.3.2	Materiales .....	9
2.3.3	Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes .....	10
2.3.4	Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento.....	11
2.3.5	Evacuación de los establecimientos industriales.....	13
2.3.6	Ventilación y eliminación de humos y gases.....	14
2.3.7	Almacenamientos.....	15
2.3.8	Instalaciones técnicas.....	16
2.4	REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	17
2.4.1	Sistemas automáticos de detención de incendios .....	17
2.4.2	Sistemas manuales de alarma de incendio .....	17
2.4.3	Sistemas de comunicación de alarma .....	17
2.4.4	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios .....	17
2.4.5	Extintores de incendios .....	18
2.4.6	Sistemas de bocas de incendio equipadas .....	19
2.4.7	Sistemas de columna seca.....	19
2.4.8	Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	19



2.4.9	Sistemas de agua pulverizada .....	20
2.4.10	Sistemas de espuma física .....	20
2.4.11	Sistemas de extinción por polvo .....	20
2.4.12	Sistemas de extinción por agentes exteriores gaseosos .....	20
2.4.13	Sistemas de alumbrado de emergencia.....	20
2.4.14	Señalización .....	21
3	SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN EL RESTO DE LOS HABITÁCULOS.....	22
3.1	PROPAGACIÓN INTERIOR .....	22
3.1.1	Compartimentación en sectores de incendio .....	22
3.1.2	Resistencia al fuego exigible a las paredes, techos y puertas.....	22
3.1.3	Locales y zonas de riesgo especial .....	23
3.2	PROPAGACIÓN EXTERIOR.....	23
3.2.1	Medianerías y fachadas.....	23
3.2.2	Cubiertas .....	24
3.3	EVACUACIÓN DE OCUPANTES.....	24
3.3.1	Cálculo de la ocupación.....	24
3.3.2	Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación.....	25
3.3.3	Dimensionado de los medios de evacuación .....	26
3.3.4	Puertas situadas en recorridos de evacuación.....	27
3.3.5	Señalización de los medios de evacuación.....	27
3.3.6	Control del humo de incendios .....	29
3.3.7	Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio.....	29
3.4	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	29
3.4.1	Dotación de instalaciones de protección contra incendios .....	29
3.4.2	Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios .....	29
3.5	INTERVENCIÓN DE BOMBEROS .....	30



3.5.1	Condiciones de aproximación y entorno al edificio .....	30
3.5.2	Accesibilidad por la fachada.....	30
3.6	RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA .....	31
3.6.1	Elementos estructurales principales.....	31
3.6.2	Elementos estructurales secundarios .....	32



## 1 NORMATIVAS

Este anejo tiene por objeto establecer los procedimientos y reglas que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio en la nave industrial objeto de proyecto. Para ello, se han seguido las siguientes normativas:

- El Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio recogido en el Código Técnico de la Edificación. Cuyo articulado fue aprobado por el Real Decreto 214/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente modificado. La última modificación se recoge en el Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019).
- El Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, recogido en el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

### 1.1 DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI)

Este Documento Básico (DB) se divide en exigencias básicas que van de la SI 1 a la SI 6. La correcta aplicación de cada una de las secciones expuestas supone el correcto cumplimiento de la exigencia básica correspondiente.

Las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI) son establecidas en el artículo 11 de la primera parte del CTE y son las siguientes:

1. El objetivo del requisito básico de este artículo consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental que derive de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios serán proyectados, construidos, mantenidos y utilizados de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas establecidas en este artículo.
3. El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”.

Por ende, deberá cumplirse la siguiente serie de seguridades en caso de incendio:



- Exigencia básica SI 1- Propagación interior: Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.
- Exigencia básica SI 2. Propagación exterior: Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto del edificio considerado como de otros edificios.
- Exigencia básica SI 3- Evacuación de ocupantes: el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo.
- Exigencia básica SI 4 – Instalaciones de protección contra incendios: el edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.
- Exigencia básica SI 5- Intervención de bomberos: se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.
- Exigencia básica SI 6- Resistencia al fuego de la estructura: la estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

## **1.2 REGLAMENTO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES (RSIEI)**

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer, y las condiciones que deben cumplir, los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y dar la respuesta adecuada. Además, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales tales como:

- Las industrias.
- Los almacenamientos industriales.
- Los talleres de reparación y los establecimientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación (Condiciones de protección



contra incendios), o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- Zona comercial: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
- Archivos: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup> o volumen superior a 750 m<sup>3</sup>.
- Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m<sup>2</sup> o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
- Biblioteca: superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.

Las zonas a las que por su superficie sean de aplicación las prescripciones de las referidas normativas deberán constituir a un sector de incendios independiente.

En nuestro caso, al no cumplirse ninguna de estas condiciones ni para salas de reuniones, ni salas administrativas, será necesario dividir el estudio en dos partes. Un estudio mediante el RSIEI para el taller donde se desarrolla el proceso de mecanizado y otro con el CTE-SI para el resto de los habitáculos.

## **2 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DE LA ZONA DE USO INDUSTRIAL**

Se entiende por establecimiento industrial al conjunto de edificios, zonas de este, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción o reforma sea objeto de control administrativo.

Este tipo de zona de uso se caracteriza por:

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

### **2.1 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO**

En cuanto a su configuración y ubicación, este establecimiento industrial será de “tipo A”, es decir, el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos

con finalidad administrativa en el mismo edificio (Imagen A9.1). Dado que el espacio de la parcela es limitado, no se prevé tener edificios colindantes o próximos.



IMAGEN A9.1: REPRESENTACIÓN ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL TIPO A (FUENTE: BOE)

## 2.2 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO POR SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Los establecimientos industriales también se clasifican según su grado de riesgo intrínseco. Para el caso del “tipo A”, comentado en el apartado 2.1. de este Anejo, se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Podemos determinar el nivel de riesgo intrínseco a partir de la siguiente ecuación para cualquier actividad distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} S_i C_i}{A} * R_a$$

Donde:

- $Q_s$  es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $q_{si}$  es la densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $S_i$  es la superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego ( $q_{si}$ ) diferente, la cual se mide en m<sup>2</sup>.
- $C_i$  es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $R_a$  es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- $A$  es la superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.



A efectos de cálculo, no se contabilizan los acopios o depósitos de materiales o productos reunidos para la manutención de los procesos productivos de montaje, transformación o reparación, o resultantes de estos, cuyo consumo o producción es diario y constituyen el llamado “almacén de día”.

Los valores de la densidad de carga de fuego media ( $q_{si}$ ) pueden obtenerse de la tabla 1.2. del RSIEI, la cual se ve resumida en la Tabla A9.1.

TABLA A9.1: VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO Y RA SEGÚN LA ACTIVIDAD LLEVADA A CABO EN EL SECTOR

ACTIVIDAD	$q_s$ (MJ/m <sup>2</sup> )	Ra
Artículos metálicos, fresado	200	1
Artículos de metal	200	1
Artículos metálicos, grabación	200	1
MEDIA	200	1

Por lo tanto, obtendremos un valor medio de  $Ra = 1$  y de  $q_s = 200$  MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>. La superficie de la zona de producción tiene un valor de 3240 m<sup>2</sup>. El valor de  $C_i$  se determina en función de la peligrosidad de los productos utilizados en el proceso industrial, cogiendo el valor más alto, obtendremos un valor de 1.60 (Alto). Es por ello, que tendremos un valor de  $Q_s = 200$  MJ/m<sup>2</sup>, con lo que el sector de producción tiene un riesgo intrínseco de tipo “bajo 1” según la tabla 1.3 del RSIEI (Tabla A9.2).

TABLA A9.2: NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO SEGÚN LA DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

## 2.3 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

### 2.3.1 Fachadas accesibles

Según el RSIEI, tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos de fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.



Se consideran fachadas accesibles de un edificio, o establecimiento industrial, aquellas que dispongan de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

Los huecos de fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que se accede no sea mayor que 1,20 m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
- No deben instalarse en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre de 5 m.
- Altura mínima libre o gálibo de 4,50 m.
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

### 2.3.2 Materiales

Según el RSIEI, 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 marcado "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.
- La clase que figura en segundo lugar entre paréntesis conforma a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser: en suelos C<sub>FL</sub>-S1 (M2), o más favorable; y en paredes y techos C-s3d0 (M2), o más favorable.



Los lucernarios que no sean continuos (como en nuestro caso) o instalaciones para eliminación de humo que se instalen en las cubiertas serán al menos de clase D-s2d0 (M3) o más favorable.

Los materiales de revestimiento exterior de fachadas serán C-s3d0 (M2) o más favorables.

Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase B-s3d0 (M1) o más favorables.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A1 (M0).

### 2.3.3 Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

Se entiende por estructura portante de un edificio la constituida por los siguientes elementos: forjados, vigas, soportes y, estructura principal y secundaria de cubierta.

Según el RSIEI, las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el cual dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en 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 al 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 del RISEI, o más favorable.
- Procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la tabla 2.2 del Anexo II del RSIEI, la cual corresponde a la Tabla A9.3 de este Anejo.

TABLA A9.3: ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES TIPO A (FUENTE: RSIEI)

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A	
	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R120	R90
	(EF-120)	(EF-90)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120
		(EF-120)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO



Dado que el nivel de riesgo intrínseco calculado para este proyecto es de tipo “bajo” y que no hay sótano en la nave, los elementos estructurales portantes deberán ser del tipo R90 (EF-90).

Para establecimientos industriales ubicados en edificios destinados a otros usos, como es el caso del presente proyecto, el valor exigido a sus elementos estructurales no será inferior al exigido al conjunto del edificio en su totalidad en aplicación de la normativa que sea de aplicación.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que para la estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de ocupantes, siempre que se justifique que su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometan la estabilidad de otras plantas inferiores o la sectorización de incendios implantada y, si su riesgo intrínseco es medio o alto, disponga de un sistema de extracción de humos, se podrán adoptar los valores siguientes:

TABLA A9.4: ESTABILIDAD AL FUEGO EN CUBIERTAS LIGERAS Y SOPORTES (FUENTE: RSIEI)

Nivel de riesgo intrínseco	TIPO B	TIPO C
	Sobre rasante	Sobre rasante
Riesgo bajo	R15 (EF - 15)	NO SE EXIGE
Riesgo medio	R30 (EF - 30)	R15 (EF - 15)
Riesgo alto	R60 (EF - 60)	R30 (EF - 30)

La tercera columna de la Tabla A9.4, “Tipo C” sobre rasante, será también de aplicación a la estructura principal de cubiertas ligeras en edificios exentos y a una distancia mayor de 3 m respecto al límite de parcela colindante, en configuración tipo A.

Para el resto de las tipologías concretas no se especifica ninguna aplicación a cubiertas de tipo A con respecto a la Tabla A9.4, por lo que habrá que basarse en la Tabla A9.3.

### 2.3.4 Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento

Según el RSIEI, las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- Capacidad portante R.
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- Aislamiento térmico I.



La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será menor a la estabilidad al fuego exigida en la Tabla A9.4 para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

Cuando una medianería, un forjado o una pared que compartimente sectores de incendio acometan a una fachada, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura será, como mínimo, de 1 m.

Cuando una medianería o un elemento constructivo de compartimentación en sectores de incendio acometa a la cubierta, la resistencia al fuego de esta será, al menos, igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura sea igual a 1 m. Esta franja podrá encontrarse:

- Integrada en la propia cubierta, siempre que se justifique la permanencia de la franja tras el colapso de las partes de la cubierta no resistente.
- Fijada en la estructura de la cubierta, cuando esta tenga al menos la misma estabilidad al fuego que la resistencia exigida a la franja.
- Formada por una barrera de 1 m de ancho que justifique la resistencia al fuego requerida y se sitúe por debajo de la cubierta fijada a la medianería. La barrera no se instalará en ningún caso a una distancia mayor de 40 cm de la parte inferior de la cubierta.

La justificación de la resistencia al fuego de dicha franja se realizará mediante ensayo de tipo, el cual se realizará en condiciones finales de uso, incluyendo los soportes o sistemas de sujeción. No obstante, si la medianería o elemento compartimentador se prolonga 1 m por encima de la cubierta, como mínimo, no es necesario que la cubierta cumpla la condición anteriormente citada.

Todos los huecos, horizontales o verticales, que comuniquen con un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

- La resistencia al fuego del sector de incendio, en caso de tratarse de compuertas de canalizadores de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento del aire.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, en caso de tratarse de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.
- Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, si se tratase de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.



- Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, si se tratase de tapas de registro de patinillos de instalaciones.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, en caso de tratarse de cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, si se tratase de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

### 2.3.5 Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación (P), deducida de la expresión  $P=1,10xp$  para un número de personas (p) que ocupa el sector de incendio menor a 100.

Cuando en un edificio de “tipo A” coexistan actividades industriales y no industriales, la evacuación de los espacios ocupados por todos los usos que se realice a través de los elementos comunes debe satisfacer las condiciones establecidas en la Norma básica de la edificación (DB-SI). La evacuación del establecimiento industrial podrá realizarse por elementos comunes del edificio, siempre que el acceso a estos se realice a través de un vestíbulo previo. Si el número de empleados del establecimiento industrial es superior a 50 personas, deberá contar con una salida independiente del resto del edificio.

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro (Tabla A9.5).

TABLA A9.5: LONGITUD DEL RECORRIDO DE EVACUACIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE SALIDAS

Riesgo	1 salida recorrido único	2 salidas alternativas
Bajo	35 m (*)	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.

(\*) La distancia podrá ser aumentada a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.



### 2.3.6 Ventilación y eliminación de humos y gases

Según el RSIEI, la eliminación de los humos y gases de 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.

El sector destinado a la actividad de producción de la nave industrial cuenta con una superficie de 3528 m<sup>2</sup> y el sector destinado a actividades de almacenamiento cuenta con una superficie de 318 m<sup>2</sup>. Por lo que, los sectores con actividades de producción dispondrán de sistema de evacuación de humos si:

- Son de riesgo intrínseco medio y cuentan con una superficie construida de  $\geq 2000\text{m}^2$ .
- Son de riesgo intrínseco alto y cuentan con una superficie construida de  $\geq 1000\text{m}^2$ .

Como nuestro sector de producción es de riesgo intrínseco bajo no dispondrá de sistema de evacuación de humos.

Para menores superficies, como es el caso de la zona destinada al almacén, se podrán aplicar los siguientes valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos:

- Si están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de  $0.5 \text{ m}^2/100 \text{ m}^2$  o fracción.
- Si están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de  $0.5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$  o fracción.

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; y estos deberán ser practicables de manera manual o automática. Además, deberá disponerse 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.

El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizarán de acuerdo con lo especificado en la norma UNE-23 585. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.



### 2.3.7 Almacenamientos

Los almacenamientos se caracterizan por los sistemas de almacenaje, cuando se realizan en estanterías metálicas. Estos se clasifican en autoportantes o independientes, que, en ambos casos, podrán ser automáticos o manuales.

El sistema de almacenaje autoportante soporta, además de la mercancía almacenada, los cerramientos de fachada y cubierta, y actúan como una estructura de cubierta. Mientras que el sistema de almacenaje independiente, solamente soportan la mercancía almacenada y son elementos estructurales desmontables e independientes de la estructura de cubierta.

Por otro lado, el sistema de almacenaje automático es aquel en el cual las unidades de carga almacenadas se transportan y elevan mediante una operativa automática, sin presencia de personas en el almacén. Mientras que, en el sistema de almacenaje manual, las unidades de carga almacenadas se operan de forma manual, con presencia de personas en el almacén.

En el caso del presente proyecto no se tiene zona de almacenaje como tal, sino que se dispone de una zona de carga y descarga operada de forma manual donde existe una zona destinada al almacenaje de las piezas en caso de requerir un tiempo de espera a nuevas instrucciones. Por otro lado, en el interior de la nave se incluye un pequeño almacén el cual está destinado a albergar piezas de pequeño tamaño necesarias para posibles reparaciones de maquinaria. Es por ello por lo que no se requiere un sistema de almacenaje automático ya que las piezas no son pesadas ni utilizadas con gran frecuencia.

En el caso de que el sistema de almacenaje se realice en estanterías metálicas, se debe cumplir una serie de requisitos:

- Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
- Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100  $\mu$  deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según la norma.
- Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100  $\mu$  deben ser de la clase Bs3d0 (M1).
- Para la estructura principal de sistemas de almacenaje con estanterías metálicas, ya sean operado manual o automáticamente, sobre rasantes o bajo rasante sin sótano se podrán optar los valores de la Tabla A9.6 para un establecimiento industrial tipo A.



TABLA A9.6: VALORES DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAJE AUTOPORTANTES OPERADOS MANUAL O AUTOMÁTICAMENTE EN ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES DE TIPO A

Nivel de riesgo intrínseco	Rociadores automáticos de agua	
	NO	SI
Riesgo bajo	R15 (EF-15)	No se exige
Riesgo medio	R30 (EF-30)	R15 (EF-15)
Riesgo alto	-	-

Además, los sistemas de almacenaje en estanterías metálicas operadas manualmente deben cumplir unos requisitos extras, los cuales exponemos a continuación:

- En el caso de disponer de sistema de rociadores automáticos, respetar las holguras para el buen funcionamiento del sistema de extinción.
- Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado.
- Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación deberán tener una anchura libre igual o mayor que 1 m.
- Los pasos transversales entre estanterías deberán estar distanciados entre sí en longitudes máximas de 10 m para almacenaje manual, y 20 m para almacenaje mecanizado. Dichas longitudes podrán duplicarse si la ocupación en la zona de almacén es inferior a 25 personas, como en nuestro caso.

La evacuación en los establecimientos industriales con sistemas de almacenajes independientes o autoportantes operados manualmente será la misma que la especificada en el apartado 2.3.5. de este Anejo.

### 2.3.8 Instalaciones técnicas

Según el RISEI, las siguientes instalaciones deben cumplir los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente le afectan:

- Instalaciones de los servicios eléctricos.
- Instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.
- Instalaciones frigoríficas.
- Instalaciones de empleo de energía mecánica.
- Instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales.



No se profundizará más en este apartado dado que el proyecto no abarca el ámbito de las instalaciones en naves industriales.

## **2.4 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **2.4.1 Sistemas automáticos de detención de incendios**

En actividades de producción ubicadas en edificios de tipo A con superficie total construida igual o superior a 300 m<sup>2</sup>, como es nuestro caso, deben instalarse sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio.

En actividades de almacenamiento ubicadas en edificios tipo A con superficie total construida igual o superior a 150 m<sup>2</sup>, deberán instalarse sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio.

### **2.4.2 Sistemas manuales de alarma de incendio**

Se requerirán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos cuya actividad es la de producción ya que la superficie construida es superior a 1000 m<sup>2</sup>. Sin embargo, en actividades de almacenamiento no será necesario dichos sistemas de alarma ya que no se superan los requisitos establecidos.

Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual 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 ser superior a 25 m.

### **2.4.3 Sistemas de comunicación de alarma**

No será obligatoria la instalación de sistemas de comunicación de alarmas ya que no se superan los requisitos establecidos para su obligatoria instalación.

### **2.4.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios**

El sistema de abastecimiento de agua contra incendios estará formado por un conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y una red general de incendios destinada a asegurar el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido.

En este proyecto es obligatorio disponer de un sistema de abastecimiento de agua contra incendios para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados la red de bocas de incendio, los sistemas de agua pulverizada y la red de hidrantes exteriores.



## 2.4.5 Extintores de incendios

Según lo estipulado en el RSIEI, es obligatoria la instalación de extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre (Tabla A9.7).

TABLA A9.7: AGENTES EXTINTORES Y SU ADECUACIÓN A LAS DISTINTAS CLASES DE FUEGO

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada .....	(2)xxx	x		
Agua a chorro .....	(2)xx			
Polvo BC (convencional) .....		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente) .....	xx	xx	xx	
Polvo específico metales .....				xx
Espuma física .....	(2)xx	xx		
Anhidrido carbónico ...	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados .....	(1)x	xx		

Siendo:

xxx Muy adecuado.  
xx Adecuado.  
x Aceptable.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A o B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio de acuerdo con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** o con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, respectivamente. En caso de que la clase de fuego del sector de incendio fuera A-B, entonces la dotación de extintores se determinará como la suma de los necesarios para cada clase de fuego (A y B) evaluados de forma independiente.

Cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase C que puedan aportar una carga de fuego que sea, al menos, el 90 por ciento de la carga de fuego del sector, se determinará la dotación de extintores de acuerdo con la reglamentación sectorial específica que les afecte. En otro caso, no se incrementará la dotación de extintores si los necesarios por la presencia de otros combustibles (A y/o B) son aptos para fuegos de clase C.

Por último, cuando en el sector de incendio existan combustibles de clase D, se utilizarán agentes extintores de características específicas adecuadas a la naturaleza del combustible, que podrán proyectarse sobre el fuego con extintores, o medios manuales, de acuerdo con la situación y las recomendaciones particulares del fabricante del agente extintor.



TABLA A9.8: DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO APORTADA POR COMBUSTIBLES DE CLASE A.

Grado de riesgo intrínseco del sector de incendio	Eficacia mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
Bajo	21A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Medio	21A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).
Alto	34A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso).

TABLA A9.9: DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO APORTADA POR COMBUSTIBLES DE CLASE B.

	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

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 15 m.

#### 2.4.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas

Será de obligatoriedad instalar sistemas de bocas de incendios equipadas en el sector de incendio dado que cumple los requisitos establecidos en la normativa. Por ende, se dispondrá de un sistema de bocas de incendio para dar servicio, en las condiciones de caudal y presión necesarias.

#### 2.4.7 Sistemas de columna seca

No será obligatoria la instalación de sistemas de columna seca ya que no se superan los requisitos establecidos para su obligatoria instalación.

#### 2.4.8 Sistemas de rociadores automáticos de agua

Se requerirá la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua en el sector debido a que cumple los requisitos establecidos en la normativa. Cuando se realice dicha instalación concurrentemente con la de un sistema automático de detección de incendio que emplee detectores térmicos, de acuerdo con las condiciones de diseño establecidas en la normativa, quedará cancelada la exigencia del sistema de detección.



### **2.4.9 Sistemas de agua pulverizada**

Será obligatoria la instalación de sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes del sector para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano. Además, será de obligatoriedad en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

### **2.4.10 Sistemas de espuma física**

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores o áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

### **2.4.11 Sistemas de extinción por polvo**

No será de obligatoriedad la instalación de sistemas de extinción de polvo.

### **2.4.12 Sistemas de extinción por agentes exteriores gaseosos**

Se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:

- Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.
- Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

### **2.4.13 Sistemas de alumbrado de emergencia**

Según el RSIEI, los sectores de incendio de edificios industriales contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación cuando se cumpla uno de los siguientes casos:

- Cuando estén situados en planta bajo rasante.
- Cuando 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.



- En cualquier caso, cuando la ocupación (P) sea igual o mayor de 25 personas.

El caso del presente proyecto se encuentra en esta lista; por tanto, se requerirán sistemas de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación.

Además, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia los locales donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios y los locales o espacio donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx.
- 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.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y la suciedad de las luminarias.

#### **2.4.14 Señalización**

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida.



### 3 SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN EL RESTO DE LOS HABITÁCULOS

#### 3.1 PROPAGACIÓN INTERIOR

##### 3.1.1 Compartimentación en sectores de incendio

Los edificios deben compartimentarse en sectores de incendio según las condiciones establecidas en la tabla 1.1 de la sección “Compartimentación en sectores de incendio” correspondiente al CTE-DB-SI. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

Este espacio estará compuesto por dos plantas en donde se encontrarán las zonas administrativas, la sala de reuniones, el comedor y sala de descanso, el vestíbulo, oficinas, talleres, almacenes y los vestuarios. Por ello, al ser el uso mayoritariamente administrativo, todo establecimiento deberá de constituir un sector de incendio diferenciado del resto del edificio. Es por ello por lo que tendremos dos sectores de incendio de carácter general administrativo.

##### 3.1.2 Resistencia al fuego exigible a las paredes, techos y puertas

La resistencia al fuego exigible a las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio se determinan a partir de la tabla 1.2 de la sección “Compartimentación en sectores de incendio” correspondiente al CTE DB-SI (Tabla A9.10).

TABLA A9.10: RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS PAREDES, TECHOS Y PUERTAS QUE DELIMITAN SECTORES DE INCENDIO

Elemento	Resistencia al fuego			
	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos <sup>(3)</sup> que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: <sup>(4)</sup>				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 <sup>(5)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento <sup>(6)</sup>	EI 120 <sup>(7)</sup>	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI: t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Para uso Administrativo se exige un EI-60 para plantas sobre rasante en edificación con altura de elevación menor a 15 metros, es decir, el caso expuesto en este proyecto ya que nuestro proyecto tendrá una altura útil de 3 m.



Según el CTE DB-SI cuando el techo sirva de separación de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada para la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego “R” que le corresponda como elemento estructural.

### 3.1.3 Locales y zonas de riesgo especial

Los locales destinados a albergar grupos de presión de agua sanitaria, abastecimiento de protección contra incendios o instalaciones de climatización, considerados como locales y zonas de riesgo especial no tendrán consideración de locales de riesgo especial conforme al CTE DB SI.

Dado que este proyecto no abarca el estudio relativo a las instalaciones, no profundizaremos en este apartado.

## 3.2 PROPAGACIÓN EXTERIOR

### 3.2.1 Medianerías y fachadas

Con la finalidad de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera protegida o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI-60 deberán estar separados la distancia “d” en proyección horizontal que se indica en la tabla tratada a continuación, como mínimo, en función del ángulo  $\alpha$  formado por los planos exteriores de dichas fachadas. Para valores intermedios del ángulo  $\alpha$ , la distancia “d” puede obtenerse por interpolación lineal.

TABLA A9. 11: VALORES DE LA DISTANCIA EN PROYECCIÓN HORIZONTAL A PARTIR DE ÁNGULOS

$\alpha$	0° <sup>(1)</sup>	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

<sup>(1)</sup> Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

La nave objeto del presente proyecto no presenta ningún edificio colindante, por lo que no es de necesidad el cálculo de la distancia “d”.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI

60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente.

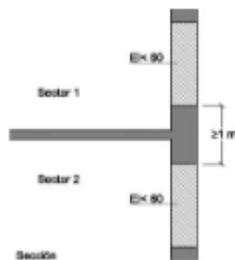


IMAGEN A9.2: ENCUENTRO FORJADO-FACHADA

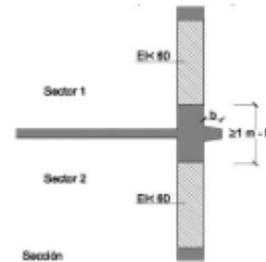


IMAGEN A9.3: ENCUENTRO FORJADO-FACHADA  
CON SALIENTE

La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de la superficie será, para alturas de hasta 10 m, del tipo D-s3d0. Del mismo tipo, el D-s3D0, deberán ser, como mínimo, los sistemas de aislamiento situados en el interior de cámaras ventiladas.

Por último, en aquellas fachadas de altura igual o inferior a 18 m cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, la clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos como de aquellos situados en el interior de cámaras ventiladas en su caso, debe ser al menos B-s3d0, hasta una altura de 3,5m como mínimo.

### 3.2.2 Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, entre dos edificios colindantes o en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI-60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

## 3.3 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

### 3.3.1 Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 perteneciente a la normativa en función de la superficie útil de cada zona, salvo



cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, que no es el caso a tratar en este proyecto.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Para un uso previsto “cualquiera”:

- Zonas accesibles únicamente a efectos de mantenimiento (salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.): ocupación nula.
- Aseos de planta: 3 m<sup>2</sup>/persona.

Para un uso “Administrativo”:

- Plantas o zonas de oficina: 10 m<sup>2</sup>/persona.
- Vestíbulos generales y zonas de uso público: 2 m<sup>2</sup>/persona.

La zona de oficinas, entre las dos plantas, ocupará un total de 102,8 m<sup>2</sup>, el aseo de la planta superior y vestuarios ocupan 68 m<sup>2</sup> y el vestíbulo general 30 m<sup>2</sup>. Por lo tanto, el número máximo de ocupantes en condiciones de simultaneidad será de alrededor de 48 personas.

### **3.3.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación**

En la tabla 3.1. de la sección SI 3 del DB-SI perteneciente al CTE se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas.

La planta baja dispondrá de 5 salidas, siendo dos de ellas las puertas de entrada y salida de la zona de carga y descarga. Dicha disposición cumple la norma del CTE DB-SI de que la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna de las salidas no debe exceder los 50 m.

La entreplanta tendrá una única salida, por lo que la longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no debe exceder los 25 m. Lo anterior se cumple ya que la escalera que comunica las dos plantas se encuentra colindante a una salida al exterior.

Además, la ocupación no debe exceder de 100 personas, a menos que se trate de zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente, en este caso la ocupación no debe exceder 50 personas. En ninguno de los casos en el presente proyecto se excederá el número de personas en la zona de la entreplanta.

### 3.3.3 Dimensionado de los medios de evacuación

Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1. perteneciente al apartado 4 (Dimensionado de los medios de evacuación) del DB-SI, la cual se ve reflejada en la Tabla A9.12 mostrada a continuación.

TABLA A9.12: DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE LA EVACUACIÓN

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. <sup>(6)</sup>	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ 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, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}^{(7)}$ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas <sup>(8)</sup>	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

A= Anchura del elemento, [m]  
A<sub>S</sub>= Anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]  
h= Altura de evacuación ascendente, [m]  
P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.  
E= Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;  
S= Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

En cuanto a la capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura, hemos tomado una anchura de escalera de 1,25 m según el libro “Cómo proyectar la arquitectura” de Neufert. Dado que es medianamente proporcional, por lo que las escaleras estarán dimensionadas para permitir la evacuación de 275 personas.



### 3.3.4 Puertas situadas en recorridos de evacuación

Según la normativa consultada, las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles, con el eje de giro vertical y sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas de evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación. Sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no serán aplicables cuando se trate de puertas automáticas.

Toda puerta de salida deberá abrir en el sentido de la evacuación cuando se prevea el paso de más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Por último, en el caso de puertas peatonales automáticas estas dispondrán de un sistema que en caso de fallo en el suministro eléctrico o en caso de señal de emergencia, cumplirá las siguientes condiciones, excepto en posición de cerrado seguro:

- Cuando se trate de una puerta corredera o plegable, deberá abrirse y mantenerse la puerta abierta o bien debe permitirse su apertura abatible en el sentido de la evacuación mediante simple empuje con una fuerza total que no exceda de 220 N. La opción de apertura abatible no se admite cuando la puerta esté situada en un itinerario accesible según DB SUA.
- Cuando se trate de una puerta abatible o giro—batiente, debe poderse abrir y mantenerse la puerta abierta o bien debe permitirse su abatimiento en el sentido de la evacuación mediante un simple empuje con una fuerza total que no exceda de 150 N. Cuando la puerta esté situada en un itinerario accesible según DB SUA, dicha fuerza no excederá de 25 N, en general, y de 65 N cuando sea resistente al fuego.

Las puertas peatonales automáticas se someterán obligatoriamente a las condiciones de mantenimiento conforme a la norma UNE 85121:2018.

### 3.3.5 Señalización de los medios de evacuación

Según el DB-SI perteneciente al CTE, se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”.
- La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.



- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de la sección SI-3 del DB-SI perteneciente al CTE.
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo “Zona de refugio”.
- La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo “Zona de refugio” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.



### **3.3.6 Control del humo de incendios**

No será de obligatoriedad la instalación de un sistema de control de humo de incendios para la evacuación de los ocupantes debido a que se trata de sectores de uso administrativo en su mayor parte.

### **3.3.7 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio**

Toda planta que disponga de zonas de refugio o de una salida de planta accesible de paso a un sector alternativo contará con algún itinerario accesible entre todo origen de evacuación situado en una zona accesible y aquellas. Además, toda planta de salida del edificio dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible. En plantas de salida del edificio podrán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.

## **3.4 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

### **3.4.1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios**

Dado que el tamaño de los sectores de uso administrativo es menor al expuesto en la tabla 1.1. de la sección SI 4 del DB-SI, no será obligatoria la instalación de protecciones contra incendios como pudieran ser bocas de incendio equipadas, columnas secas, sistemas de alarma, sistemas de detección de incendio o hidratantes exteriores.

### **3.4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios**

Los sistemas de señalización luminiscente tendrán como función informar sobre la situación de los equipos e instalaciones de protección contra incendios, de utilización manual, aun en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal. Dicho sistema de señalización debe cumplir lo establecido en el vigente Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

Dicho Decreto formula que la señalización de protección contra incendios de proyección manual y los sistemas de alerta y alarma, deberán cumplir la norma UNE 23033-1. Por otro lado, las señales no definidas en esta norma se podrán diseñar con los mismos criterios establecidos en la norma UNE 23033-1, en la UNE 23032 Y en la UNE-EN ISO 7010. En Caso de disponerse de planos de situación, estos serán conformes a la norma UNE 23032, y representarán los medios



manuales de protección contra incendio mediante las señales definidas en la norma UNE 23033-1.

### **3.5 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS**

#### **3.5.1 Condiciones de aproximación y entorno al edificio**

Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre: 3,5 m.
- Altura mínima libre: 4,5 m.
- Capacidad portante del vial: 20 kN/m<sup>2</sup>.

Sin embargo, en los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en ese espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0,15 m x 0,15 m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:2015.

El espacio de maniobra debe mantenerse libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

En el caso de que el edificio esté equipado con columna seca debe haber acceso para un equipo de bombeo a menos de 18 m de cada punto de conexión a ella. El punto de conexión será visible desde el camión de bombeo.

La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones expuestas en el inicio de este apartado.

#### **3.5.2 Accesibilidad por la fachada**

Las fachadas deben disponer de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos deben cumplir las condiciones siguientes:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura de alféizar respecto del nivel de la planta a la que se accede no sea mayor que 1,20 m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 metros, medida sobre la fachada.
- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 metros.

### 3.6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante “t”, no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final de este.

Por último, añadir que en este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.

#### 3.6.1 Elementos estructurales principales

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales de la zona de uso administrativo deberá ser al menos R-60 según la tabla 3.1. de la sección SI-6 perteneciente al DB-SI (Tabla A9.13)

TABLA A9.13: RESISTENCIA AL FUEGO SUFICIENTE DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Uso del <i>sector de incendio</i> considerado <sup>(1)</sup>	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		<i>altura de evacuación del edificio</i>		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(2)</sup>	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 <sup>(3)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 <sup>(4)</sup>		

Según la tabla 3.2. de la misma sección, en la zona de riesgo especial menos contaremos con una resistencia de al menos R-120.



La estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R-30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda  $1 \text{ kN/m}^2$ .

Los elementos estructurales de una escalera protegida o de un pasillo protegido que estén contenidos en el recinto de estos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no se exige resistencia al fuego a los elementos estructurales.

### **3.6.2 Elementos estructurales secundarios**

Los elementos estructurales cuyo colapso ante la acción directa del incendio no pueda ocasionar daños a los ocupantes, ni comprometer la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación de sectores de incendio del edificio, como puede ser el caso de pequeñas entreplantas o de suelos o escaleras de construcción ligera, etc. no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

Por otro lado, las estructuras sustentantes de cerramientos formados por elementos textiles (por ejemplo, carpas) serán R-30, excepto cuando se acredite lo contrario.

ANEJO N°10:  
ACCIONES SOBRE LA EDIFICACIÓN



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	NORMATIVA.....	2
3	CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES .....	2
4	ACCIONES CONSIDERADAS EN LA NAVE .....	2
5	ACCIONES PERMANENTES .....	3
5.1	ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL .....	4
5.2	FORJADO.....	4
5.3	CORREAS.....	6
5.4	CERRAMIENTOS.....	6
5.4.1	Cerramiento de cubierta .....	7
5.4.2	Cerramiento de fachada.....	9
5.5	CIMENTACIONES.....	10
6	SOBRECARGA DE USO .....	10
7	ACCIÓN DEL VIENTO .....	11
A.1	Acción del viento con dirección transversal a la cubierta .....	14
A.2	Acción del viento con dirección longitudinal a la cubierta.....	17
A.3	Acción del viento con dirección transversal a la fachada .....	20
A.4	Acción del viento con dirección longitudinal a la fachada .....	23
8	ACCIÓN DE LA NIEVE.....	26
9	ACCIONES TÉRMICAS .....	28



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto la obtención de las distintas acciones a considerar en el cálculo estructural de la nave industrial que se pretende proyectar.

## 2 NORMATIVA

Para los distintos cálculos se ha seguido la normativa del Documento Básico “Seguridad Estructural – Acciones en la edificación” (DB SE-AE), perteneciente al Código Técnico de la Edificación (CTE).

El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre edificios, y tiene como finalidad verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural y aptitud al servicio, los cuales se encuentran establecidos en el DB-SE.

## 3 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

Las acciones son las cargas que actúan sobre el edificio. No solo engloba las fuerzas, sino que también engloba otras casusas que puedan afectar a la estructura, como pueden ser los cambios de temperatura o los asentamientos en el terreno.

Se suelen clasificar en tres grupos, según su variación a lo largo del tiempo:

- Permanentes (G): actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición (Peso propio, acciones del terreno y pretensado).
- Variables (Q): pueden actuar o no (Cargas debidas al uso, acciones climáticas).
- Accidentales (A): hay una pequeña probabilidad de ocurrencia, pero son de gran importancia (Sismo, incendio, impacto, explosión).

Su correcta clasificación es de significativa importancia, ya que según el grupo se le aplica un coeficiente u otro de seguridad.

## 4 ACCIONES CONSIDERADAS EN LA NAVE

Las acciones que debemos tener en cuenta en el presente proyecto para llevar a cabo el cálculo estructural son las siguientes:

- Carga permanente: se debe al peso propio de los distintos elementos estructurales que conforman la nave industrial (elementos estructurales, cerramientos, forjados, etc.). Se consideran como una carga gravitatoria.



- Sobrecarga de uso: se trata del peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de uso. De mantenimiento en el caso de cubiertas que son únicamente accesibles para tareas de conservación, y de zonas administrativas para el espacio de oficinas. También se considera como una carga gravitatoria.
- Sobrecarga de viento: presión que actúa siempre de forma normal a las superficies de las paredes y de los faldones.
- Sobrecarga de nieve: se debe al peso de la nieve acumulada sobre cubiertas, siendo, por tanto, también una acción gravitatoria.
- Acciones térmicas: aquellas asociadas a las tensiones que aparecen cuando las deformaciones debidas a gradientes térmicos están impedidas. Se trata de dilataciones o contracciones.

No consideremos acciones sísmicas por lo expuesto en el apartado 3.4. del Documento 1 (Memoria y Anejos) denominado “Estudios Sísmicos”, localizado en la memoria. Tampoco serán tenidas en cuenta las acciones vinculadas con los incendios, dado que se supondrá que en caso de que se produzcan, los vehículos destinados a la mitigación de incendios podrán efectuar sus correspondientes labores de extinción desde el exterior de la nave. Para ello, se ha dejado un pasillo en la parte posterior de la nave para que los vehículos de emergencia puedan acceder y transitar alrededor de la nave sin ningún problema. Por tanto, no se contemplará ninguna acción de tipo accidental en el Proyecto.

## 5 ACCIONES PERMANENTES

La principal carga permanente de la estructura corresponde a su peso propio, cuyo valor dependerá de los elementos que la conforman. En el proyecto se considerarán como acciones permanentes el peso propio de los elementos estructurales (pilares, dinteles, correas, forjado y cimentaciones) y de los cerramientos. En la Imagen A10.1 podemos ver dichos elementos.

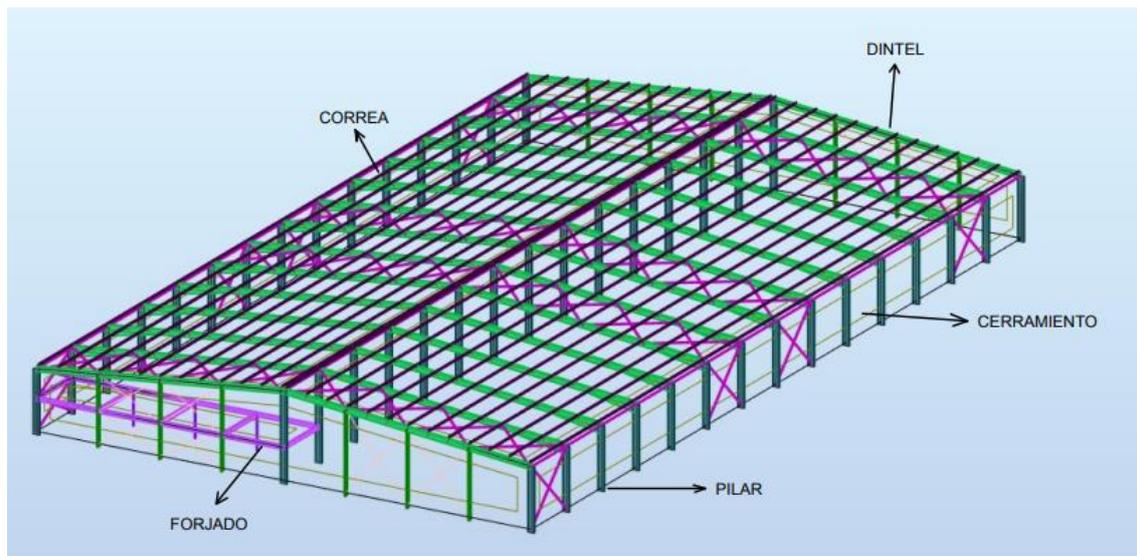


IMAGEN A10.1: ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA NAVE INDUSTRIAL

## 5.1 ESTRUCTURA PORTANTE PRINCIPAL

La nave industrial en cuestión es una estructura metálica aporricada, la cual corresponde con un sistema estructural formado por vigas y pilares (pórticos) que reciben las cargas de las correas, la cubierta y la fachada. Las vigas se apoyan sobre los pilares los cuales transmiten la carga hasta la cimentación.

Así, podemos definir a estas vigas o dinteles como es un elemento estructural que soporta las cargas de la cubierta y las transmite a los elementos verticales (pilares) que lo sostienen. Para su dimensionamiento suelen emplearse perfiles que alcancen a movilizar un gran brazo mecánico, lo cual se consigue con una gran altura y masa concentrada en las alas del perfil.

Por su parte, los pilares son elementos verticales encargados de transmitir todo tipo de cargas desde la cubierta hasta la cimentación. En naves industriales, dada la existencia de correas de fachada, los pilares se encuentran en parte arriostrados por ellas frente a pandeo lateral.

Dado que la estructura es calculada en *Robot Structural Analysis*, el peso propio es introducido directamente una vez calculados los elementos componentes.

## 5.2 FORJADO

El forjado de la oficina se dispuso en una fachada, ocupando solo una crujía y mitad de la luz de la nave, empleándose un forjado cuyos postes son perfiles IPE 180 y sus vigas perfiles IPE 400.

La tipología de forjado escogida es el mixto o de chapa colaborante, ya que es ideal en estructuras metálicas, debido a que no requiere bovedillas ni viguetas. Son bastante ligeros y de rápida colocación. Se trata de una chapa de acero sobre la cual se vierte una losa de hormigón que contiene una malla de armadura de acero. El forjado mixto es de tipo unidireccional, esto quiere decir que apoya sus extremos en vigas, las cuales son las encargadas de transmitir las cargas a los pilares.

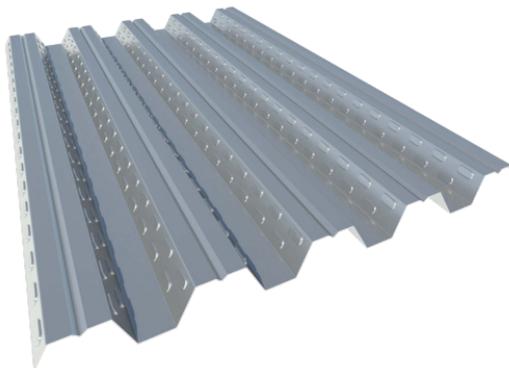
Se dispone como ejemplo un forjado colaborante de la empresa Hiansa, uno de los líderes en cerramientos prefabricados. En la Imagen A10.2 podemos ver el tipo de forjado y sus características.



REV. 01 - enero 2020

### FORJADO MT-60

### PROPIEDADES



**MATERIA PRIMA:**  
Acero

**ESPESORES (mm)**  
0.75 hasta 1.2

**ACABADO**  
Galvanizado

**ANCHO ÚTIL:** 820 mm

	ESPESOR (mm)			
	0.75	0.80	1.00	1.20
P (kg/m <sup>2</sup> )	8,97	9,57	11,97	14,36
I (cm <sup>4</sup> /m)	58,75	60,38	75,47	90,56
W (cm <sup>3</sup> /m)- fibra superior	17,79	18,56	23,14	27,68
A <sub>e</sub> (mm <sup>2</sup> /m)	1.043,00	1.081,85	1.352,15	1.622,45

P: peso perfil por metro cuadrado I: inercia perfil por metro lineal W: módulo resistente perfil por metro lineal  
A<sub>e</sub>: sección útil de acero por lineal



IMAGEN A10.2: FICHA TÉCNICA FORJADO MT-60



- 1 ESTRUCTURA PRINCIPAL
- 2 PERFIL FORJADO HIANSA MT-60
- 3 CONECTORES - (OPCIONALES)
- 4 ARMADURA ADICIONAL POSITIVO (RF) - (OPCIONAL)
- 5 ARMADURA ADICIONAL NEGATIVO (VANO MÚLTIPLE)
- 6 MALLAZO ANTIFISURACIÓN
- 7 HORMIGÓN

Perspectiva orientativa

IMAGEN A10.3: DETALLES TIPO DEL FORJADO MT-60

### 5.3 CORREAS

Las correas son elementos esenciales en sistema estructural de la cubierta de naves industriales, ya que su misión principal es unir los pórticos y repartir las cargas en el techo. Además, cumplen la función de soporte de los paneles o chapas a usar como cerramientos. Son muy utilizados los perfiles C y Z para este tipo de elementos.

Las correas de cubierta de la nave objeto del presente proyecto son perfiles C 200x1.5. La sección transversal en forma de “C” proporciona una combinación de resistencia y rigidez.

Estos perfiles han sido colocados sobre los dinteles y no cortando a estos, como podemos ver en la Imagen A10.4, ya que mejora la estabilidad estructural y la integridad del diseño. Por último, mantener los dinteles intactos ayuda a evitar concentración de esfuerzos en ciertos puntos y asegura la estabilidad a largo plazo de la estructura.

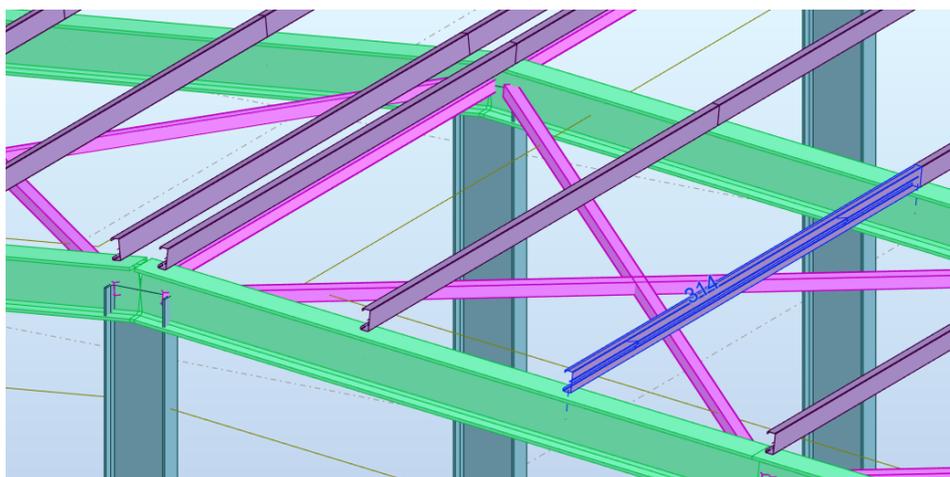


IMAGEN A10.4: DISPOSICIÓN DE CORREAS EN NUESTRA NAVE

### 5.4 CERRAMIENTOS

Para los cerramientos tanto de la cubierta como de la fachada, se ha optado por los denominados paneles tipo “Sándwich” prefabricados debido a sus numerosas ventajas como pueden ser:

- Alta resistencia con mínimo peso.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Durabilidad.
- Buena defensa contra humedad, vapor y permeabilidad de aire.
- Protege contra ambientes corrosivos atmosféricos.
- Fácil instalación.

Para la obtención de dimensiones e información importante sobre este tipo de cerramientos se ha escogido el catálogo de la empresa “Lopanel” situada en Los Corrales de Buelna. Esta empresa sería una buena candidata para el proceso de ejecución del proyecto debido a su cercanía a la nave industrial proyectada en este trabajo.

### 5.4.1 Cerramiento de cubierta

El catálogo de la empresa López Panel SL, o Lopanel, presenta varias soluciones de cerramientos según su función y prestaciones. En el caso del presente proyecto se buscaba una combinación entre paneles sándwich y lucernarios. Estas prestaciones nos las proporciona el denominado “Panel Sándwich 3g Tapajuntas” en combinación con el lucernario “Policarbonato Celular 30 mm para cubierta”. Dicho lucernario solo es compatible con paneles tapajuntas.

En cuanto al panel sándwich escogido, este encuentra formado por una lámina de acero en cada cara y un núcleo de aislamiento con espuma a base de retina de poliuretano que retarda la propagación del fuego y tiene una densidad de  $36-40 \text{ kg/m}^2 \pm 10\%$ . Estos cerramientos están concebidos como cerramientos de cubiertas inclinada con una pendiente mínima de 6% en cubiertas con solape. En el caso del presente proyecto, la pendiente que presenta la cubierta es del 10% y, debido a las grandes dimensiones de la nave, las cubiertas se encontrarán solapadas. En la Imagen A10.5, obtenida del catálogo de la empresa suministradora López Panel SL, se recogen las características de la solución adoptada, mientras que en la Tabla A10.1 se reúnen las distancias máximas entre apoyos según la carga máxima.



#### Características técnicas

- Resistencia a tracción: 0.09
- Resistencia al esfuerzo cortante: 0.11
- Módulo de esfuerzo cortante: 2.76
- Resistencia a la compresión: 0.01
- Coeficiente de conductividad: 0.021
- Resistencia a flexión 1 vano (presión): 1.44
- Tensión de arrugamiento 1 vano: 74.51
- Resistencia a flexión 1 apoyo intermedio: 1.41
- Tensión de arrugamiento en apoyo central: 72.67

IMAGEN A10.5: PANEL SANDWICH 3G TAPAJUNTAS

El sistema de tapajuntas oculta las fijaciones y garantiza la estanquidad al agua de la lluvia, esto es de consideración ya que la nave industrial objeto del proyecto se encuentra en una región muy lluviosa.

TABLA A10.1: TABLA DE CARGAS EN PANELES SANDWICH 3G TAPAJUNTAS

Espesor (mm)	U W/m <sup>2</sup> ·K	st/st Peso Kg/m <sup>2</sup>	Carga Max. uniforme kg/m <sup>2</sup> con flecha ≤1/200									
			80	120	150	200	250	80	120	150	200	250
			Distancia máxima 2 apoyos (m.)					Distancia máxima 4 apoyos (m.)				
30	0,58	6,65	2,28	1,95	1,79	1,55	1,33	2,67	2,29	2,09	1,87	1,63
40	0,46	7,05	2,63	2,25	2,06	1,82	1,68	3,05	2,63	2,44	2,17	1,94
50	0,38	7,45	2,96	2,56	2,36	2,10	1,82	3,43	2,98	2,75	2,48	2,21
60	0,32	7,85	3,31	2,87	2,63	2,31	2,06	3,82	3,32	3,06	2,74	2,48
80	0,25	8,65	3,93	3,39	3,13	2,79	2,48	4,54	3,93	3,63	3,25	2,89

Las cargas que deberá soportar el panel serán la sobrecarga de mantenimiento, acción del viento, acción de la nieve y su propio peso.

A continuación, en la Imagen A10.6, obtenida del catálogo de la empresa López Panel SL, se determinan las características del lucernario escogido. Este modelo está diseñado para que en las uniones se produzca la dilatación natural necesaria para la correcta durabilidad de este.



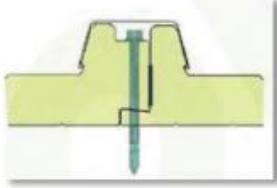
**Características técnicas:**

- Espesor del panel:	30 mm
- Anchura del panel:	-1000 ± 5 mm (anchura de la plancha)
- Número de paredes del panel:	6
- Longitud de los paneles bajo pedido:	máx. 13500 mm
- Medidas de greclas laterales estándar:	25-25
- Medidas de greclas laterales bajo pedido:	evaluar con arreglo a la aplicación
- Color:	neutro transparente - opalino
- Peso:	-3,4 kg/m <sup>2</sup>
- Protección U.V.:	en coextrudido cara externa
- Cierre en los extremos:	encintado
- Comportamiento frente al fuego EN 13501-1:	B S2 D0 (Italia-Clase 1)
- Transmisión luminosa:	neutro -59% - opalino -30%
- Transmisión térmica:	1,28 W/mK
- Dilatación térmica:	0,065 mm/mK
- Temperatura de uso permanente:	-40 / +120 °C

IMAGEN A10.6: LUCERNARIO DE CUBIERTA

En la Imagen A10.7 se muestra una esquematización de las uniones entre paneles sándwich y uniones panel sándwich-lucernario, las cuales han sido extraídas del catálogo de la empresa suministradora.

### Sistema de unión



### Sistema de iluminación

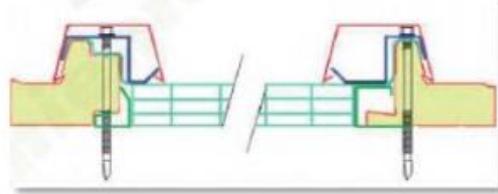


IMAGEN A10.7: UNIONES CERRAMIENTO DE CUBIERTA

## 5.4.2 Cerramiento de fachada

En el caso del cerramiento de fachada se ha optado por la tipología “Panel Sándwich de fachada con tornillería oculta”. Este tipo de solución mejora el aspecto estético de la fachada y está concebida para la construcción de fachadas de edificios industriales, comerciales y divisiones en general. Los paneles están formados por una lámina de acero en cada cara y por un núcleo de espuma de poliuretano que retarda la propagación del fuego y tiene una densidad de  $36-40 \text{ kg/m}^3 \pm 10\%$ . A continuación, en la Imagen A10.8, procedente del catálogo de López Panel SL, se aúnan las características técnicas del cerramiento.



### Características técnicas

- Resistencia a tracción: 0.08
- Resistencia al esfuerzo cortante: 0.09
- Módulo de esfuerzo cortante: 2.22
- Resistencia a la compresión: 0.02
- Coeficiente de conductividad: 0.021
- Resistencia a flexión 1 vano (presión): 0.84
- Tensión de arrugamiento 1 vano: 85.80
- Resistencia a flexión 1 apoyo intermedio: 0.95
- Tensión de arrugamiento en apoyo central: 104.23

IMAGEN A10.8: CERRAMIENTO DE FACHADA TIPO “PANEL SADOWICH FACHADA OCULTA”

En la Tabla A10.2 se determinan las distancias máximas entre apoyos según la carga máxima, siendo esta la combinación entre sobrecarga de mantenimiento, acción del viento, acción de la nieve y su propio peso.



TABLA A10.2: TABLA DE CARGAS DEL CERRAMIENTO DE FACHADA

Espesor (mm)	U W/m <sup>2</sup> K	st/st Peso Kg/m <sup>2</sup>	Carga Max. uniforme kg/m <sup>2</sup> con flecha ≤1/200									
			80	120	150	200	250	80	120	150	200	250
			Distancia máxima 2 apoyos (m.)					Distancia máxima 4 apoyos (m.)				
35	0,55	6,56	2,35	2,01	1,85	1,60	-	2,77	2,31	1,99	1,80	1,55
40	0,49	6,76	2,68	2,26	2,03	1,82	1,56	2,91	2,59	2,22	1,95	1,77
50	0,40	7,16	2,94	2,49	2,22	1,98	1,78	3,33	2,82	2,45	2,18	1,92
60	0,33	7,56	3,23	2,77	2,38	2,15	1,93	3,79	3,19	2,74	2,41	2,15

## 5.5 CIMENTACIONES

Las cimentaciones serán de hormigón armado. Este tipo de solución presenta un peso propio de 25 kN/m<sup>3</sup>, de acuerdo con los valores recogidos en el apartado C, tabla C.1, del DB SE-AE perteneciente al CTE.

## 6 SOBRECARGA DE USO

Basándonos en el DB SE-AE del CTE, la sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. La sobrecarga de uso debida a equipos pesados o acumulación de materiales en bibliotecas, almacenes o industrias no está recogida en los valores contemplados en este Documento Básico, debiendo determinarse de acuerdo con los valores del suministrador o las exigencias de la propiedad.

Por lo general, los efectos de sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso genérico de cada zona, los valores característicos quedan recogidos en la tabla 3.1 del DB SE-AE del CTE (Tabla A10.3). En dicha tabla se tiene en cuenta tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, etc., como las derivadas de la utilización poco habitual (como acumulación de personas o de mobiliario con ocasión de un traslado).

La tabla ofrece para cada categoría de uso un valor de carga uniformemente distribuida y otro de carga concentrada. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso se simulan siempre mediante la carga distribuida, a excepción del caso de la categoría de uso E (zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros), en el que ambos tipos de carga deben considerarse de forma simultánea.

Por otro lado, para comprobaciones locales de capacidad portante sí que debe considerarse la carga concentrada, la cual actuará en cualquier punto de la zona y de forma independiente, no simultánea con la carga distribuida.



TABLA A10.3: VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS SOBRECARGAS DE USO (FUENTE: DB SE-AE)

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	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 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(6)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

En lo que respecta a la cubierta, la empleada en este proyecto será únicamente accesible para conservación, es decir, se encuentra dentro de una categoría de uso tipo G. Además, la nave cuenta con una cubierta de inclinación de 5,7°, por lo que entra en la subcategoría de uso G1 (Cubiertas con inclinación inferior a 20°).

Por otro lado, también tendremos una sobrecarga de uso en el forjado de la entreplanta, la cual se encuentra dentro de la categoría de uso tipo C. Concretamente, corresponde a la subcategoría de uso C1 ya que será una zona con mesas y sillas. Se ha tomado esta opción al tratarse de una zona de oficinas con poca asiduidad de personas.

## 7 ACCIÓN DEL VIENTO

De acuerdo con el DB SE-AE del CTE, la distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

Se han de comprobar los edificios ante la acción del viento en todas sus direcciones, independientemente de la existencia de construcciones contiguas medianeras, aunque generalmente basta la consideración en dos direcciones sensiblemente ortogonales cualesquiera. Para cada dirección debe considerarse la acción en los dos sentidos.

La acción del viento o presión estática,  $q_e$  puede expresarse como:

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Siendo:

- $q_b$ : La presión dinámica del viento.
- $c_e$ : el coeficiente de exposición.
- $c_p$ : el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Un valor negativo indicaría succión. Su valor se establece en los apartados 3.3.4 y 3.3.5 del DB SE-AE del CTE.

La **presión dinámica del viento** puede obtenerse de dos formas:

- Forma simplificada: como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse  $0,5\text{kN/m}^2$ .
- Forma más precisa: a partir del anejo D del DB SE-AE, en función del emplazamiento geográfico de la obra, mediante la siguiente fórmula.

$$q_b = 0,5 * \delta * v_b^2$$

Finalmente, se ha calculado mediante la fórmula para obtener un valor más exacto.

El **valor básico de la velocidad del viento** corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos, tomada en una zona planta y desprotegida frente al viento (grado de aspereza del entorno II según tabla D.2 del Documento Básico SE-AE) a una altura de 10 m sobre el suelo. El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1 del DB SE-AE del CTE (Imagen A10.9).

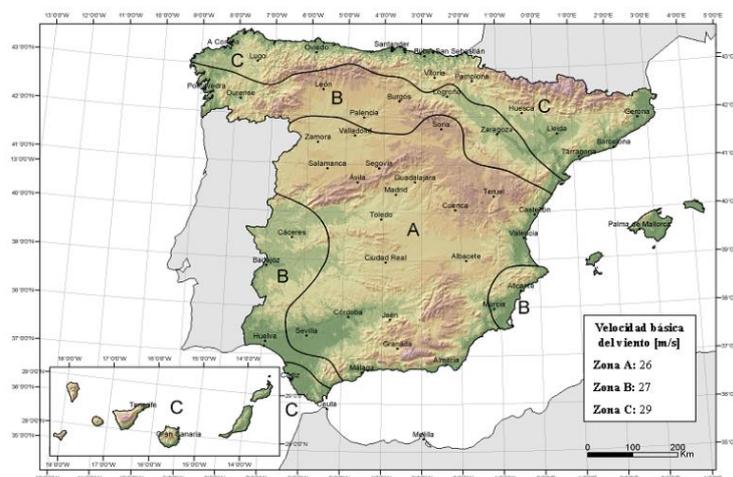


IMAGEN A10.9: VALORES BÁSICOS DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO (FUENTE: DB SE-AE DEL CTE)



Para el caso del proyecto, la nave se encontraría en la **zona eólica C**, ya que el emplazamiento se encuentra en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Por tanto, el valor básico de la velocidad del viento para este proyecto sería de 29 m/s.

Por otro lado, la **densidad del aire** depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción del agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de 1,25 kg/m<sup>3</sup>.

Por ende, la presión dinámica del viento resultante es de:

$$q_b = 0,5 * 1,25 * 29^2 = 525,625 \frac{N}{m^2} \cong 0,52 \text{ kN/m}^2$$

En cuanto al **coeficiente de exposición**, este tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Varía con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Para alturas inferiores a 30 m, su valor viene dado por la Tabla 3.4 del DB SE-AE del CTE (Tabla A10.4), siendo la altura que considerar la medida respecto a la rasante media de la fachada de barlovento y el grado de aspereza.

TABLA A10.4: VALORES DEL COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN (FUENTE: CTE DB SE-AE)

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

La nave por proyectar se encuentra en una zona industrial; en consecuencia, se considera un grado de aspereza IV.

Por su parte, la altura de cumbre de la nave es de 8,45 m entonces habrá que interpolar para conseguir coeficiente de exposición. **En este caso obtendremos un coeficiente de exposición de: 1,645.**

Por último, se requiere el **coeficiente eólico** en el caso de naves y construcciones diáfanas. Según el CTE, en naves y construcciones diáfanas sin forjados que conecten las fachadas, la acción del viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior. Cuando en al menos dos de los lados del edificio (fachadas o cubiertas) el área total de los huecos exceda el 30% del área total del lado considerado, la acción del viento se determina considerando la estructura como una marquesina o pared libre. Para el cálculo de dicho coeficiente vamos a apoyarnos en el Anejo D3 del DB SE-AE procedente del CTE.

## A.1 Acción del viento con dirección transversal a la cubierta

El esquema que seguir para viento con dirección transversal ( $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ ) en una construcción con cubierta a dos aguas es el recogido en la tabla D.6 del Anejo D del BD SE-AE procedente del CTE (Imagen A10.10).

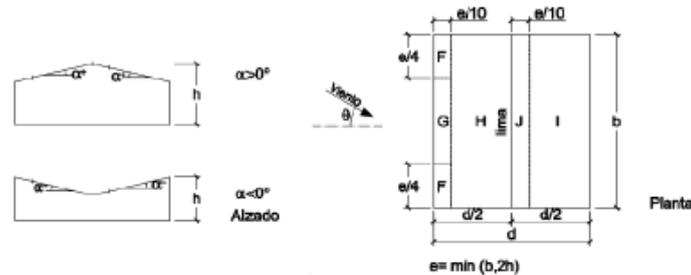


IMAGEN A10.10: ACCIÓN DEL VIENTO CON DIRECCIÓN TRANSVERSAL EN CUBIERTA DE DOS AGUAS

Para ello, se han considerado los siguientes parámetros geométricos:

$$h=8,45 \text{ m}; b=84 \text{ m}; d=49 \text{ m}; e=\min(b,2h)=\min(89\text{m},16,9\text{m})=16,9 \text{ m}; e/10=1,69 \text{ m}.$$

Para un área mayor a  $10 \text{ m}^2$  y una pendiente de la cubierta de  $5,71^\circ$  deberá interpolarse en la tabla D.6 del Anejo D para obtener los coeficientes de presión interior. Dicha interpolación se verá reflejada en la Tabla A10.5 expuesta a continuación.

TABLA A10.5: INTERPOLACIÓN VALORES COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR

Pendiente	F	G	H	I	J
$5^\circ$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	0	0	0		-0,6
$5,71^\circ$	-1,643	-1,172	-0,579	-0,586	0,115
	0,014	0,014	0,014	-0,557	-0,557
$15^\circ$	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	0,2	0,2	0,2	0	0

### A.1.1 Pórticos interiores

Para cada zona a estudiar, se tendrán dos valores que serán nombrados como 1 y 2, por orden descendente en la Tabla A10.5. Además, teniendo en cuenta la disposición de las zonas en la Imagen A10.10, para pórticos interiores tendremos dos posibles combinaciones:

- Combinación 1: zonas F+H+J+I.
- Combinación 2: zonas G+H+J+I.

A continuación, se expondrán los valores de la presión estática para las distintas zonas:

<b>ZONA F</b>
1) $q_{eF} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-1,643) = -8,43 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eF} = 0,52 * 6 * 1,645 * 0,014 = 0,072 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA G</b>
1) $q_{eG} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-1,172) = -6,015 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eG} = 0,52 * 6 * 1,645 * 0,014 = 0,072 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA H</b>
1) $q_{eH} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,579) = -2,97 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eH} = 0,52 * 6 * 1,645 * 0,014 = 0,072 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA I</b>
1) $q_{eI} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,586) = -3,01 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eI} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,557) = -2,86 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
<b>ZONA J</b>
1) $q_{eJ} = 0,52 * 6 * 1,645 * 0,115 = 0,59 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
2) $q_{eJ} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,557) = -2,86 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)

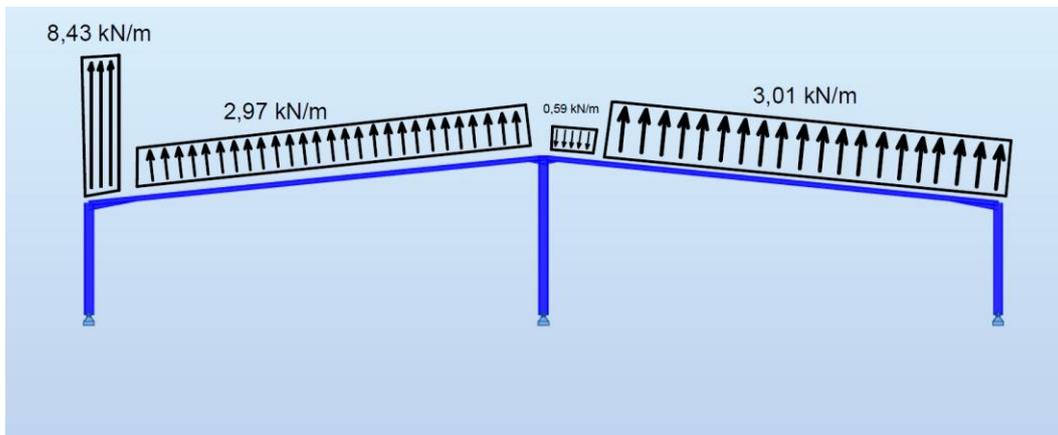


IMAGEN A10.11: REPRESENTACIÓN COMBINACIÓN 1.1 CARGAS DE VIENTO EN DIRECCIÓN TRASVERSAL A LA CUBIERTA

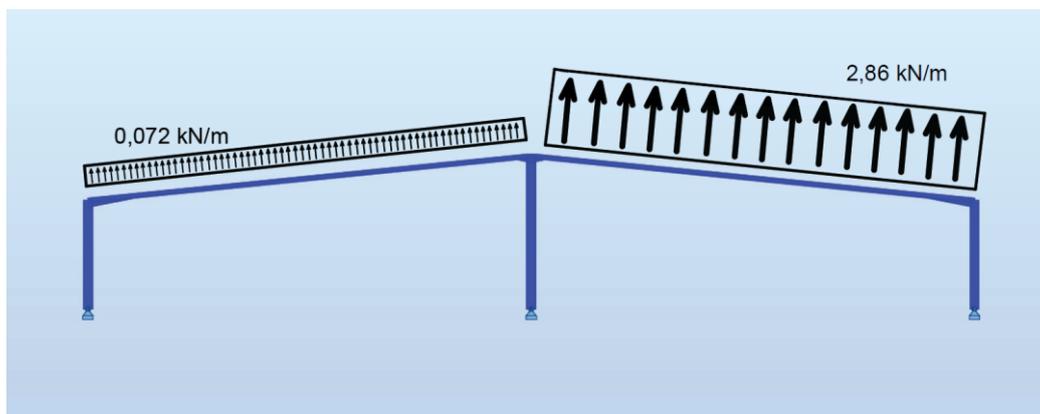


IMAGEN A10.12: REPRESENTACIÓN COMBINACIÓN 1.2. Y 2.2 CARGAS DE VIENTO EN DIRECCIÓN TRASVERSAL A LA CUBIERTA

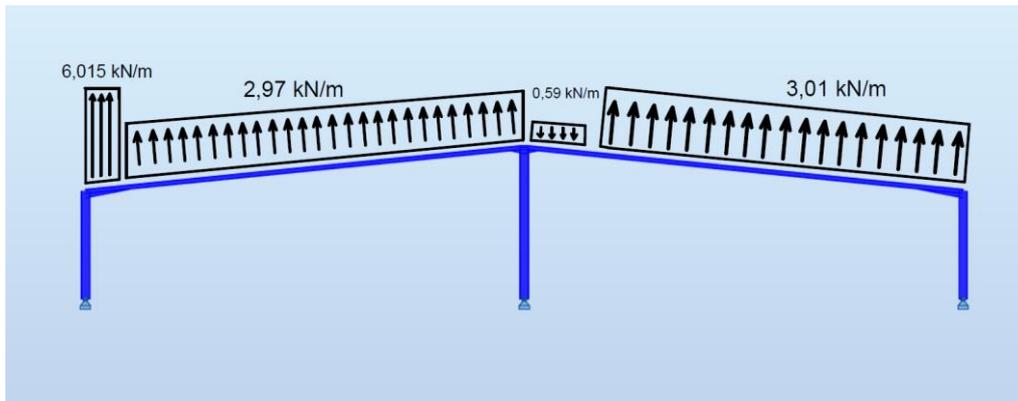


IMAGEN A10.13: REPRESENTACIÓN COMBINACIÓN 2.1. CARGAS DE VIENTO EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL A LA CUBIERTA

### A.1.2 Pórticos de fachada

En este caso tendremos una única combinación posible que es la de las zonas F+H+J+I. Sin embargo, cada zona tiene dos posibles soluciones por lo que tendremos dos valores de pórticos, los cuales llamaremos 1 (Imagen A10.14) y 2 (Imagen A10.15).

Los valores serán distintos ya que al ser un pórtico de fachada el área tributaria en este caso son 3 m en vez de 6 m.

<b>ZONA F</b>
1) $q_{eF} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-1,643) = -4,22 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eF} = 0,52 * 3 * 1,645 * 0,014 = 0,036 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA H</b>
1) $q_{eH} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,579) = -1,49 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eH} = 0,52 * 3 * 1,645 * 0,014 = 0,036 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA I</b>
1) $q_{eI} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,586) = -1,5 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
2) $q_{eI} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,557) = -1,43 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
<b>ZONA J</b>
1) $q_{eJ} = 0,52 * 3 * 1,645 * 0,115 = 0,3 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
2) $q_{eJ} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,557) = -1,43 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)

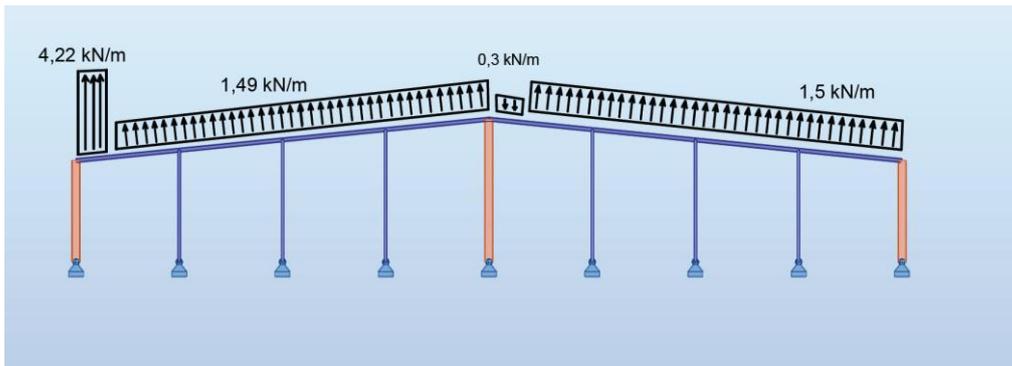


IMAGEN A10.14: REPRESENTACIÓN TIPO 1 DEL PÓRTICO DE FACHADA CON CARGA DE VIENTO EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL A LA CUBIERTA

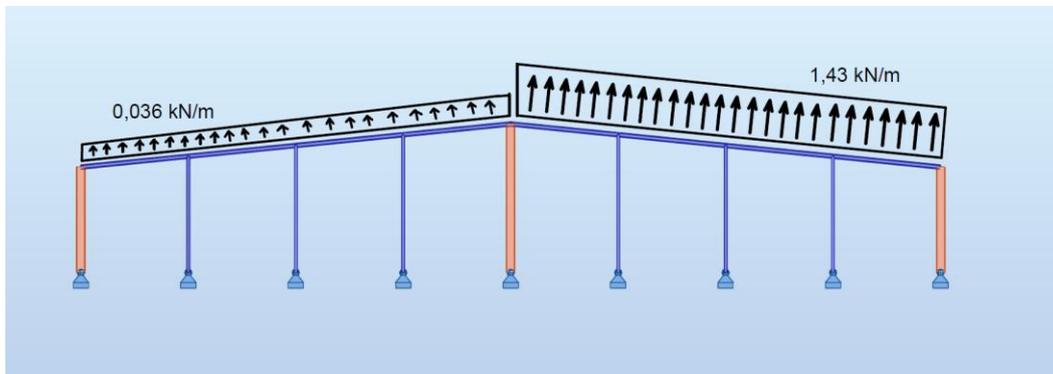


IMAGEN A10.15: REPRESENTACIÓN TIPO 2 DEL PÓRTICO DE FACHADA CON CARGA DE VIENTO EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL A LA CUBIERTA

## A.2 Acción del viento con dirección longitudinal a la cubierta

El esquema que seguir para viento con dirección longitudinal ( $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ ) en una construcción con cubierta a dos aguas corresponde con el recogido en la tabla D.6 (b) del Anejo D del BD SE-AE procedente del CTE (Imagen A10.16).

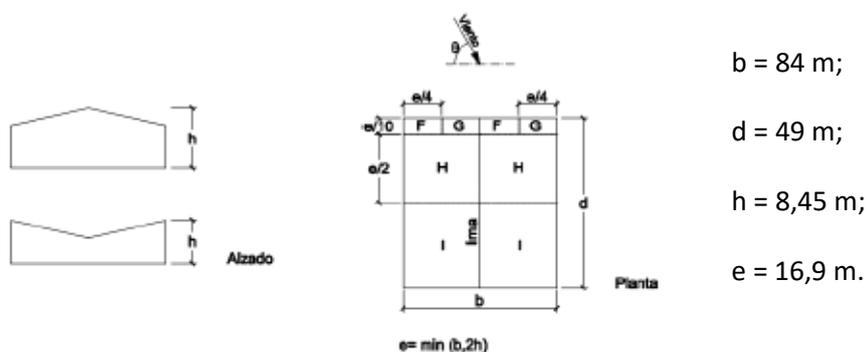


IMAGEN A10.16: ACCIÓN DEL VIENTO CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA CUBIERTA

Para un área mayor a  $10 \text{ m}^2$  y una pendiente de la cubierta de  $5,71^\circ$  deberá interpolarse en la tabla D.6 apartado b del Anejo D para obtener los coeficientes de presión interior. Dicha interpolación se verá reflejada en la Tabla A10.6 expuesta a continuación.

TABLA A10.6: VALORES COEFICIENTE DE PRESIÓN INTERIOR EN LAS DISTINTAS ZONAS

Pendiente	F	G	H	I
$5^\circ$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
$5,71^\circ$	-1,58	-1,3	-0,69	-0,59
$15^\circ$	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5

### A.2.1 Pórticos interiores

Teniendo en cuenta la disposición de las zonas en la Imagen A10.16, para pórticos interiores tendremos dos posibles opciones: todo en zona H (Imagen A10.17) o todo en zona I (Imagen A10.18). A continuación, se expondrán los valores de la presión estática obtenidas para las distintas zonas:

<b>ZONA H</b>
$q_{eH} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,69) = -3,54 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$
<b>ZONA I</b>
$q_{eI} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,59) = -3,03 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$

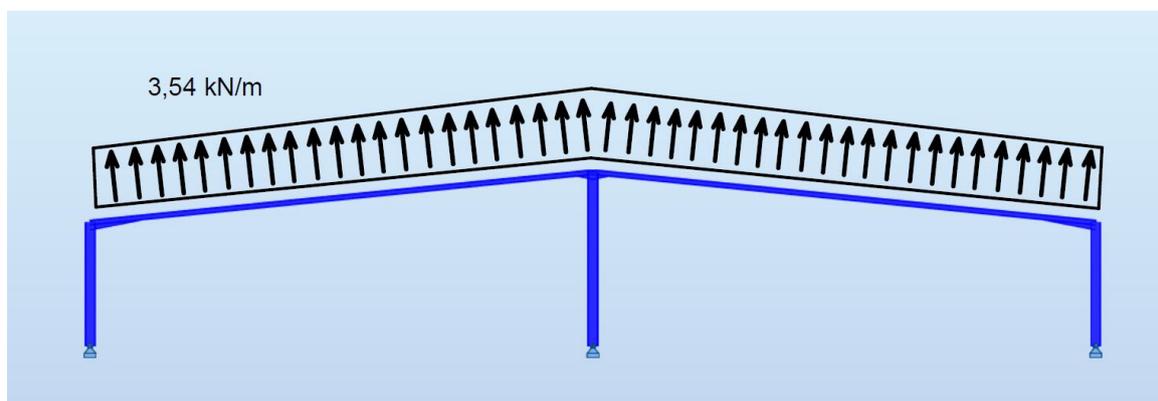


IMAGEN A10.17: REPRESENTACIÓN PÓRTICO INTERIOR EN ZONA H PARA CARGAS CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA CUBIERTA

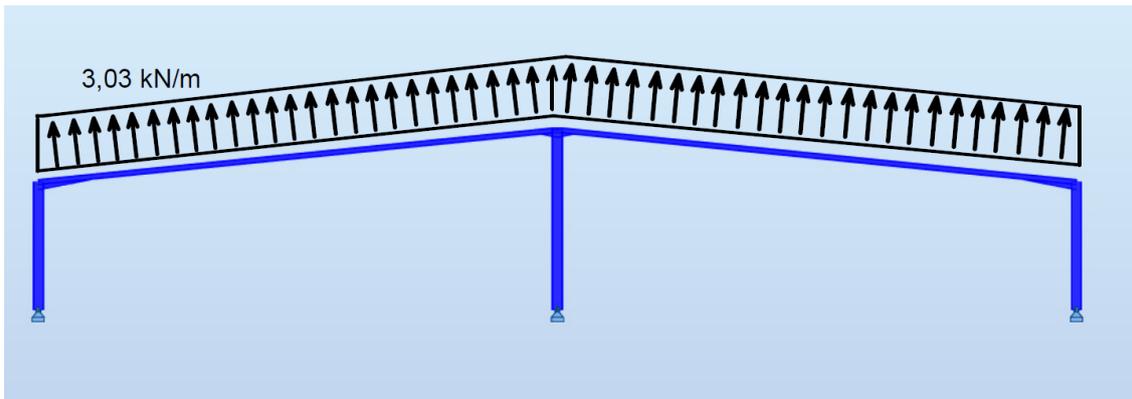


IMAGEN A10.18: REPRESENTACIÓN PÓRTICO INTERIOR EN ZONA I PARA CARGAS CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA CUBIERTA

### A.2.2 Pórticos de fachada

Teniendo en cuenta la disposición de las zonas en la Imagen A10.16, para pórticos de fachada tendremos dos posibles opciones: todo en zona I (Imagen A10.19) o la combinación F+G+F+G (Imagen A10.20).

A continuación, se expondrán los valores de la presión estática obtenidas para las distintas zonas:

<b>ZONA I</b>
$q_{eI} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,59) = -1,51 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$
<b>ZONA F</b>
$q_{eF} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-1,58) = -4,05 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$
<b>ZONA G</b>
$q_{eG} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-1,3) = -3,34 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$

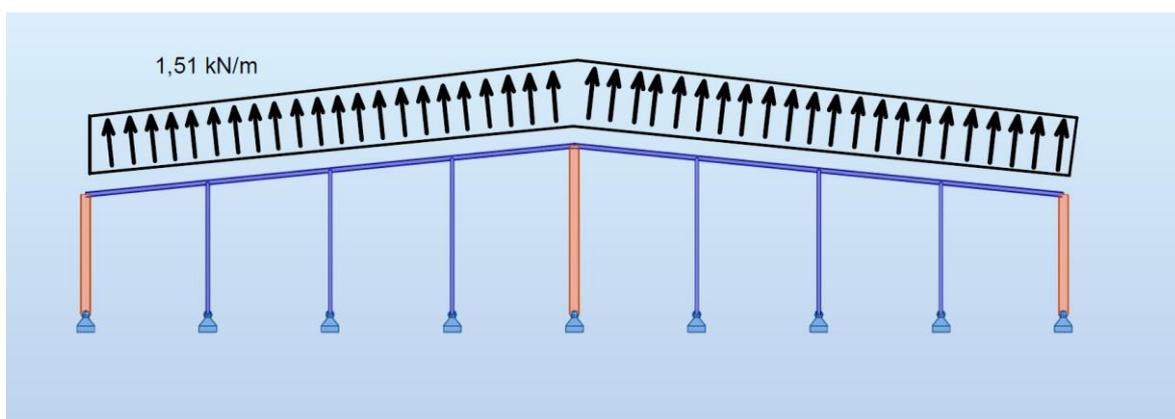


IMAGEN A10.19: REPRESENTACIÓN PÓRTICO DE FACHADA EN ZONA I PARA CARGAS CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A CUBIERTA

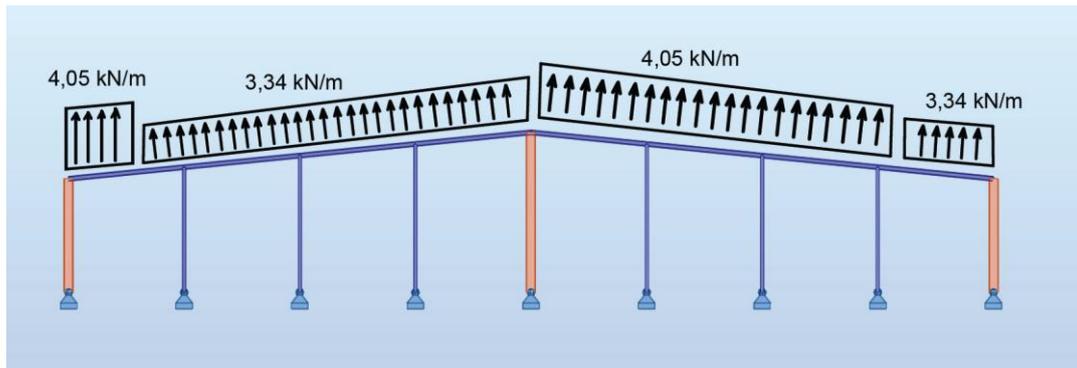


IMAGEN A10.20: REPRESENTACIÓN COMBINACIÓN ZONAS F+G+F+G EN PÓRTECO DE FACHADA PARA CARGAS CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A CUBIERTA

### A.3 Acción del viento con dirección transversal a la fachada

El esquema que seguir para viento con dirección transversal ( $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ ) para una construcción con cubierta a dos aguas corresponde con el de la tabla D.3 del Anejo D del BD SE-AE procedente del CTE (Imagen A10.21).

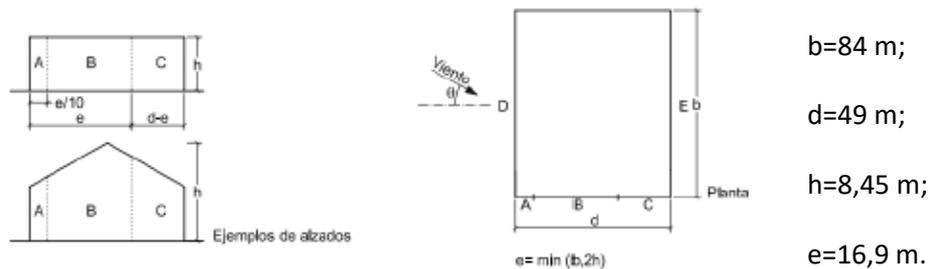


IMAGEN A10.21: ACCIÓN DEL VIENTO EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL A LA FACHADA

Dado que las superficies tienen un área superior a  $10 \text{ m}^2$  y la relación  $h/d$  es  $0,17 < 0,25$ , entonces los valores a considerar del coeficiente de presión exterior son los recogidos en la Tabla A10.7 que corresponden a los de la Tabla D.2 del Anejo D del DB SE-AE del CTE.

TABLA A10.7: VALORES COEFICIENTE DE PRESIÓN EXTERIOR

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

#### A.3.1 Pórticos interiores

En este caso, solo hay una posible combinación en los elementos verticales de los pórticos internos que es la que combina las zonas D y E. A continuación, se expondrán los valores que puede tomar la

presión estática en las distintas zonas expuestas y una representación gráfica de la combinación (Imagen A10.22).

<b>ZONA D</b>
$q_{eD} = 0,52 * 6 * 1,645 * 0,7 = 3,59 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA E</b>
$q_{eE} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,3) = -1,54 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)

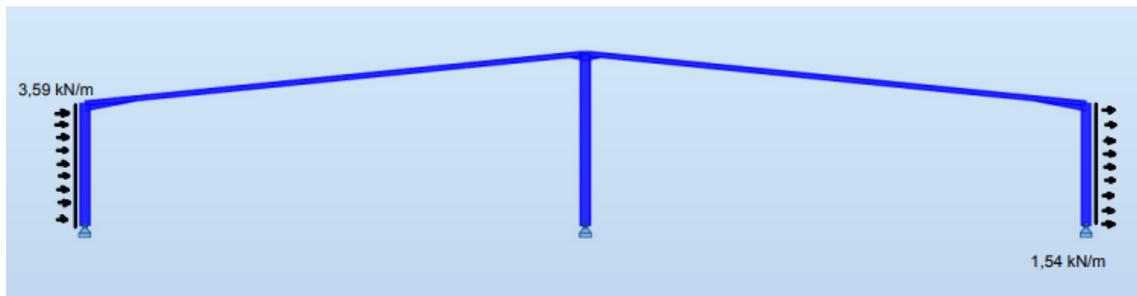


IMAGEN A10.22: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL A LA FACHADA

### A.3.2 Pórticos de fachada

En este caso, solo hay una posible combinación (Imagen A10.23) en los elementos verticales de los pórticos de fachada (en la dirección del plano del pórtico) que es la que combina las zonas D y E. A continuación, se expondrán los valores que puede tomar la presión estática en las distintas zonas expuestas:

<b>ZONA D</b>
$q_{eD} = 0,52 * 3 * 1,645 * 0,7 = 1,8 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)
<b>ZONA E</b>
$q_{eE} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,3) = -0,77 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)

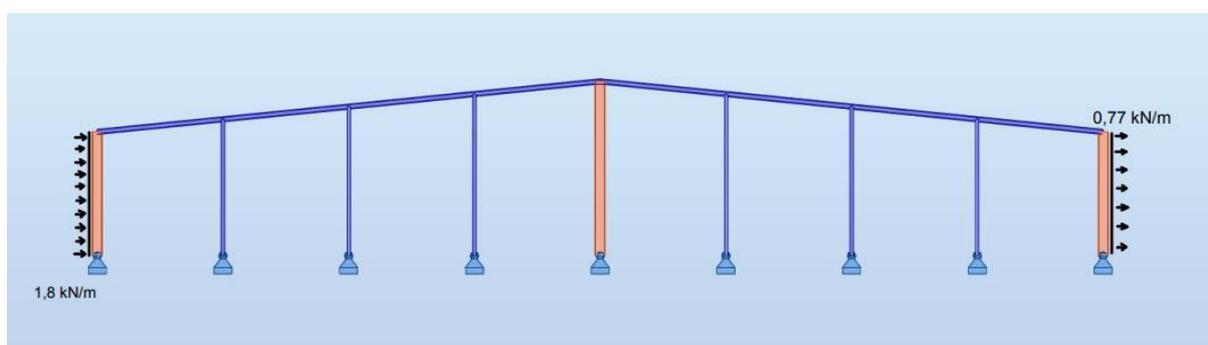


IMAGEN A10.23: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN PÓRTICO DE FACHADA (PLANO DEL PÓRTICO) CON DIRECCIÓN TRANSVERSAL A ESTA

Por su parte, en el plano perpendicular al pórtico, los elementos se ven afectados por las zonas A, B y C (Imagen A10.25). Teniendo en cuenta las áreas que tributan a cada uno de los hastiales (Imagen A10.24), se calculan las cargas correspondientes.

<b>ZONA A</b>
$q_{eA} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-1,2) = -3,08 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
<b>ZONA B</b>
$q_{eB} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,8) = -2,05 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
<b>ZONA C</b>
$q_{eC} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,5) = -1,28 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)

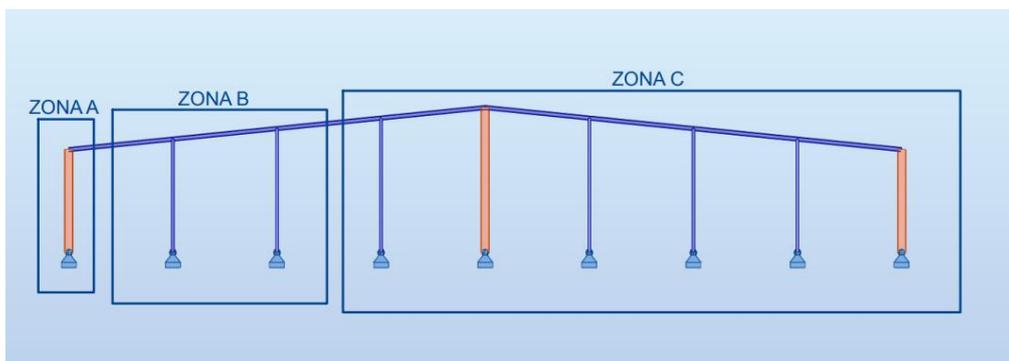


IMAGEN A10.24: ÁREA TRIBUTADA DE CADA HASTIAL DEL PÓRTICO DE FACHADA

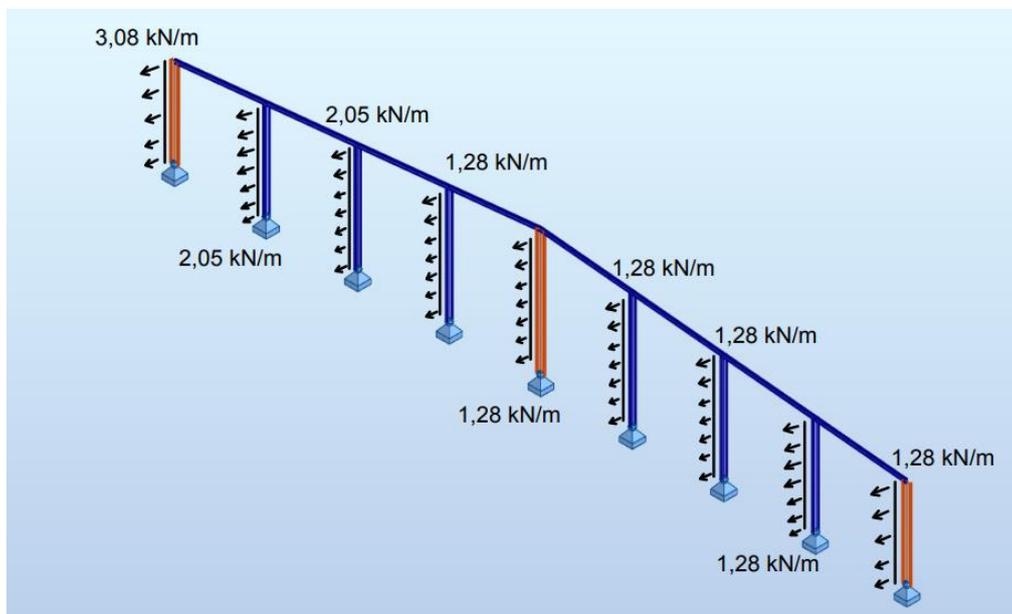


IMAGEN A10.25: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN PÓRTICO DE FACHADA (PLANO PERPENDICULAR AL PÓRTICO) CON DIRECCIÓN TRANSVERSAL A ESTA

#### A.4. Acción del viento con dirección longitudinal a la fachada

El esquema que seguir para viento con dirección longitudinal ( $45^{\circ} \leq \theta \leq 135^{\circ}$ ) para una construcción con cubierta a dos aguas es el mismo que el de la situación anterior (apartado A.3), pero girando la figura de la planta, por lo que da lugar a los siguientes parámetros:

$$b=49 \text{ m}; d=84 \text{ m}; h=8,45 \text{ m}; e= 16,9 \text{ m}.$$

Dado que el esquema es el mismo que en el caso anterior y al tener todas las superficies expuestas a un área superior a los  $10 \text{ m}^2$ , los valores a considerar del coeficiente de presión exterior son los recogidos en la misma tabla que en la situación anterior ya que la relación  $h/d$  sigue dando menor a 0,25 ( $h/d=0,1005$ )

##### A.4.1 Pórticos interiores

Los pórticos interiores se verán afectados por los coeficientes B (Imagen A10.26) y C (Imagen A10.27). A continuación, se expondrán los valores que puede tomar la presión estática en las distintas zonas expuestas:

<b>ZONA B</b>
$q_{eB} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,8) = -4,1 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$
<b>ZONA C</b>
$q_{eB} = 0,52 * 6 * 1,645 * (-0,5) = -2,57 \text{ kN/m (SUCCIÓN)}$

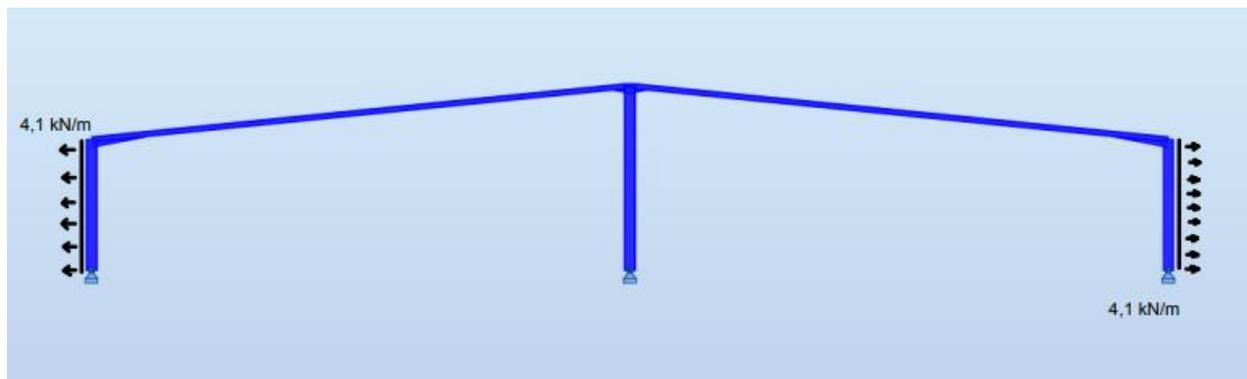


IMAGEN A10.26: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN ZONA B EN PÓRTICO INTERIOR CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA FACHADA

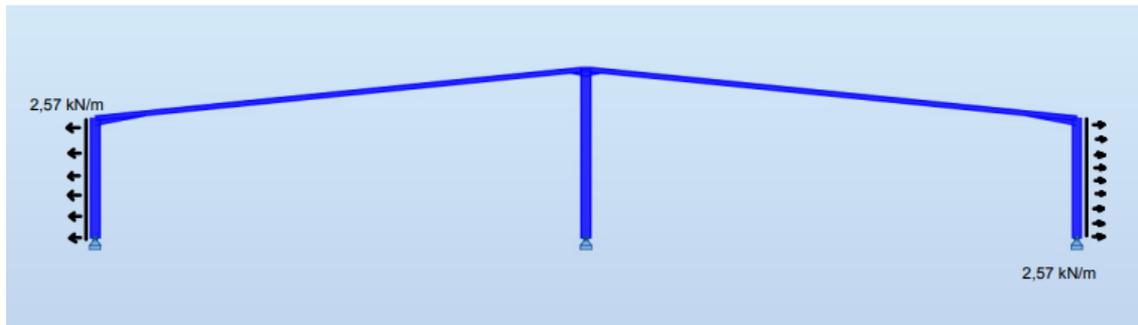


IMAGEN A10.27: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN ZONA C EN PÓRTICO INTERIOR CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA FACHADA

#### A.4.2. Pórticos de fachada

En este caso, hay dos posibles combinaciones en los elementos verticales de los pórticos de fachada (en la dirección del plano del pórtico). En una de estas el pórtico se ve afectado por la zona A (Imagen A10.28), y en la otra todo por la zona C (Imagen A10.29). A continuación, se expondrán los valores que puede tomar la presión estática en las distintas zonas expuestas:

<b>ZONA A</b>
$q_{eA} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-1,2) = -3,08 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
<b>ZONA C</b>
$q_{eB} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,5) = -1,28 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)

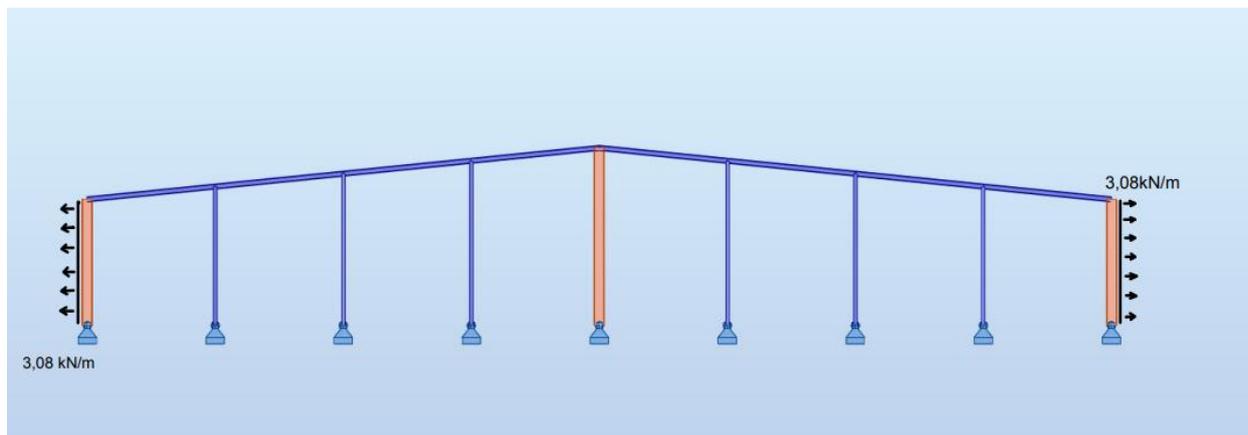


IMAGEN A10.28: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN ZONA A EN PÓRTICO DE FACHADA (PLANO PARALELO AL PÓRTICO) CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA FACHADA

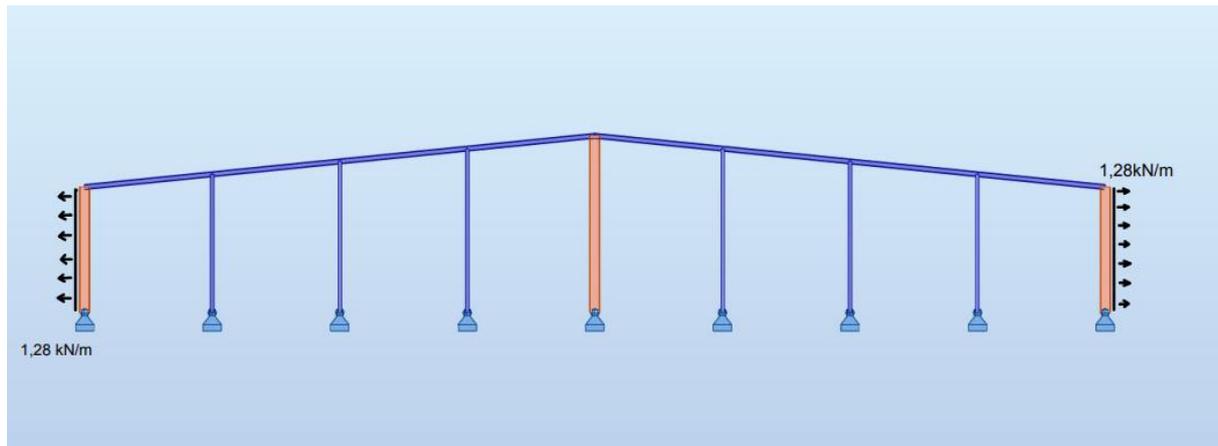


IMAGEN A10.29: REPRESENTACIÓN CARGAS DE VIENTO EN ZONA C EN PÓRTICO DE FACHADA (PLANO PARALELO AL PÓRTICO) CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA FACHADA

Por su parte, el pórtico de fachada, en la dirección perpendicular al pórtico, deberá calcularse teniendo en cuenta las zonas E (Imagen A10.30) y D (Imagen A10.31). A continuación, se expondrán los valores que puede tomar la presión estática en las distintas zonas expuestas:

<b>ZONA E</b>
$q_{eE} = 0,52 * 3 * 1,645 * (-0,3) = -0,77 \text{ kN/m}$ (SUCCIÓN)
<b>ZONA D</b>
$q_{eD} = 0,52 * 3 * 1,645 * (0,7) = 1,8 \text{ kN/m}$ (PRESIÓN)

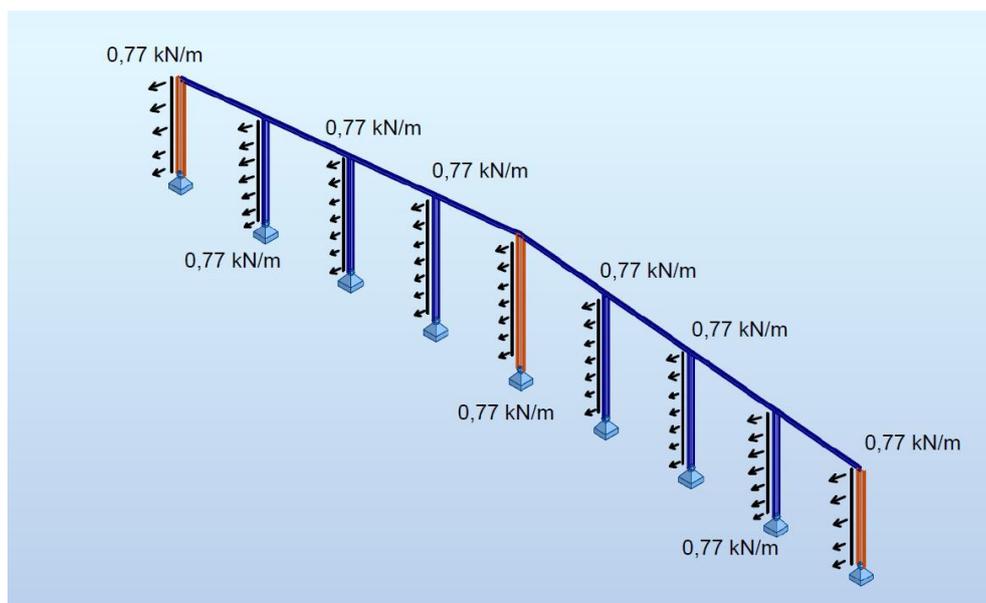


IMAGEN A10.30: REPRESENTACIÓN PÓRTICO DE FACHADA (PLANO PERPENDICULAR AL PÓRTICO) EN ZONA E PARA CARGAS CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA FACHADA

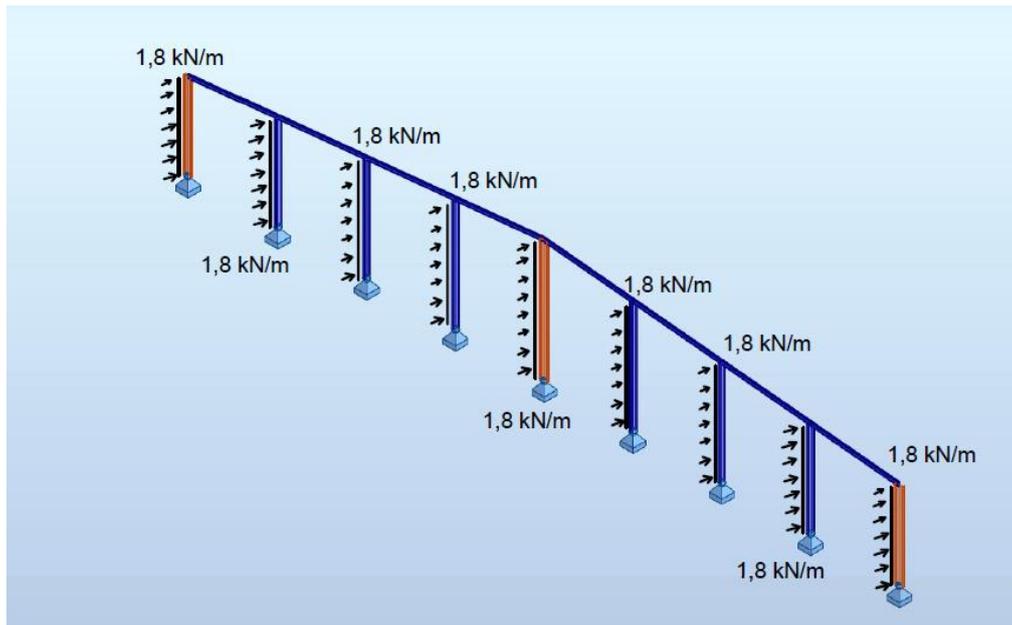


IMAGEN A10.31: REPRESENTACIÓN DEL PÓRTICO DE FACHADA (PLANO PERPENDICULAR AL PÓRTICO) EN ZONA D PARA CARGAS CON DIRECCIÓN LONGITUDINAL A LA FACHADA

## 8 ACCIÓN DE LA NIEVE

Según el DB SE-AE del CTE, la distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los parámetros exteriores.

En estructuras ligeras, sensibles a carga vertical como es el caso de la nave proyectada los valores pueden obtenerse como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal ( $q_n$ ) mediante la fórmula:

$$q_n = \mu * S_k$$

Siendo  $\mu$  el coeficiente de forma de la cubierta según el apartado 3.5.3 del Documento Básico y  $S_k$  el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según el apartado 3.5.2 del mismo.

El coeficiente de forma tiene un valor de 1 para el caso de un faldón en el que no hay impedimento al deslizamiento de nieve y la cubierta tiene una inclinación menor o igual que  $30^\circ$ , como es nuestra situación.

El valor de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal ( $S_k$ ), zona donde se encuentra situada la nave industrial objeto de este proyecto se ha de determinar a partir del Anejo E del DB SE-AE

correspondiente al CTE. Para ello, se hará uso de la figura E.2 (Imagen A10.32) y de la tabla E.2 (Tabla A10.8).

TABLA A10.8: SOBRECARGA DE NIEVE EN UN TERRENO HORIZONTAL (kN/m<sup>2</sup>)

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

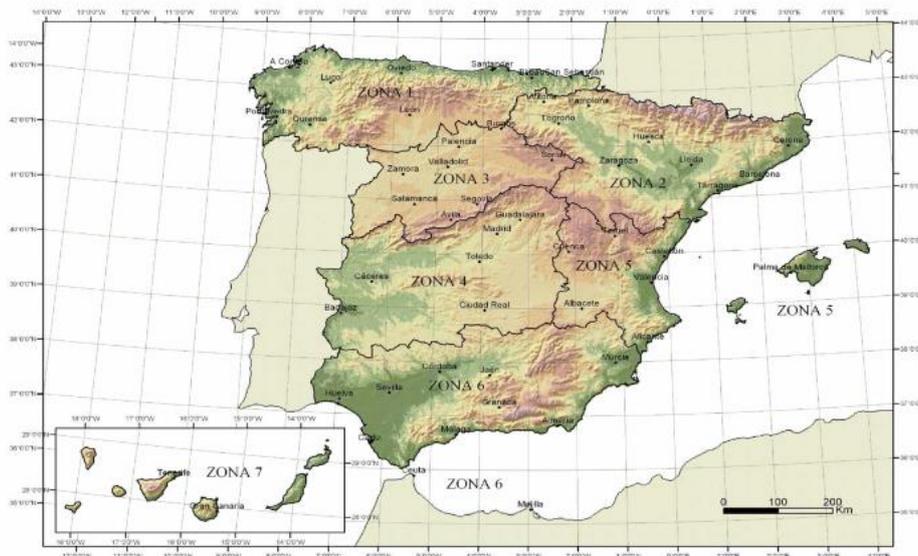


IMAGEN A10.32: ZONAS CLIMÁTICAS DE INVIERNO (FUENTE: DB SE-AE)

La localidad de Los Corrales de Buelna se encuentra localizada en la zona de clima invernal tipo 1 y a una altitud de aproximadamente 90 m. Por lo tanto, el valor de la sobrecarga de nieve será de aproximadamente 0,39 kN/m<sup>2</sup>.

Finalmente, para el caso estudiado se tendrá un valor de **carga de nieve en proyección horizontal** de:

$$q_n = \mu * S_k = 1 * 0,39 = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

## 9 ACCIONES TÉRMICAS

Según el DB SE-AE del CTE, los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de estas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.

Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidos, producen tensiones en los elementos afectados.

La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud.

Así pues, siguiendo las pautas establecidas por la normativa en los párrafos anteriores en lo que a acciones térmicas en la edificación se refiere, no serán consideradas tales acciones en el cálculo estructural y se asegurará la disposición de juntas de dilatación según lo expuesto en dicha directriz.

Para ello, se han tenido en cuenta dos posibles soluciones para añadir en la nave justas de dilatación de acuerdo con la norma.

Solución 1: duplicación de pórticos para crear dos estructuras independientes.

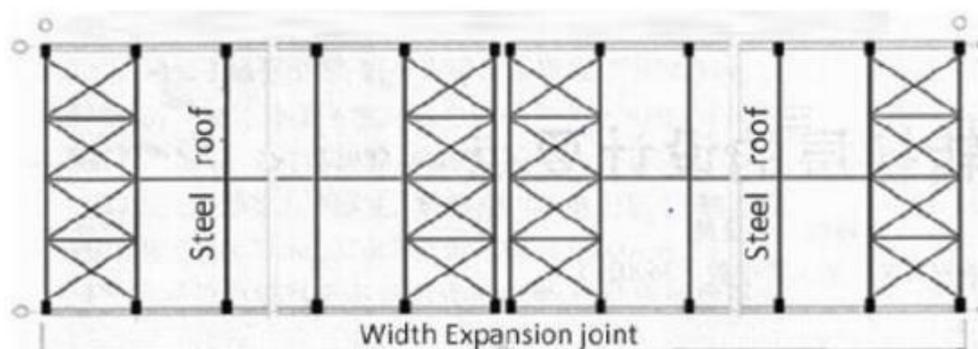


IMAGEN A10.33: SOLUCIÓN 1 DE JUNTAS DE DILATACIÓN

Solución 2: se deja un espacio abierto entre dos segmentos adyacentes y se conectan unas bisagras a los extremos de los pilares.

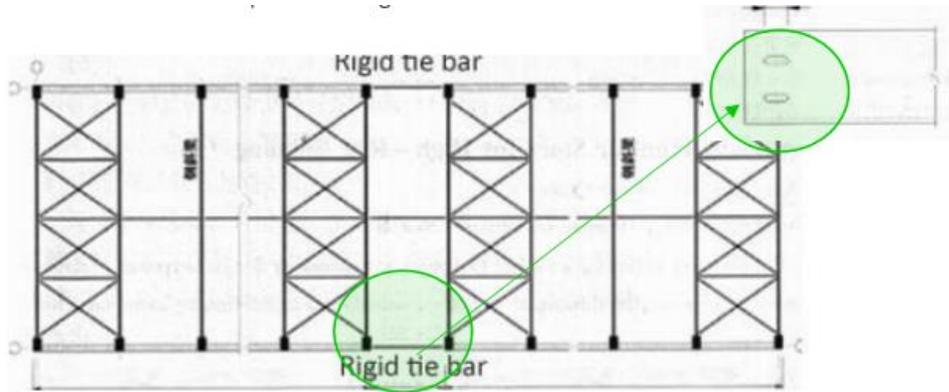


IMAGEN A10.34: SOLUCIÓN 2 DE JUNTAS DE DILATACIÓN

La solución que se ha adoptado en el presente proyecto es la segunda (Imagen A10.35). Se ha intentado jugar con las simetrías y las grandes dimensiones de la nave, y ha salido que este método es el más apropiado. Las conexiones tendrán orificios ranurados, de esta manera se ayuda a liberar las tensiones y contracciones que pueda tener el material a cada de los gradientes térmicos.

Por otro lado, he de indicar que en la zona derecha se ha dejado un segmento sin cruces de San Andrés, ya que esa zona es la destinada a la carga y descarga de material y necesitamos las fachadas laterales libres para posicionar unas puertas.

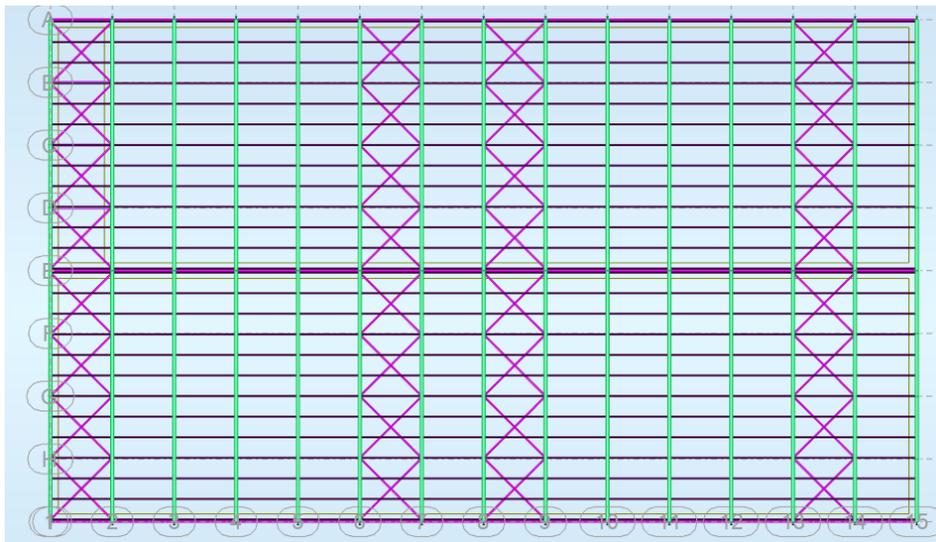


IMAGEN A10.35: MODELO DIMENSIONADO EN ROBOT CON SOLUCIÓN 2 DE JUNTAS DE DILATACIÓN

ANEJO N°11:  
CÁLCULO DE CIMENTACIONES



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	ZAPATA TIPO 1: POSTE INTERIOR .....	3
2.1	CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS .....	4
2.2	ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA.....	4
2.3	ARMADO DE LA PARRILLA POR EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES.....	5
2.4	COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL VUELCO .....	6
2.5	COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO .....	6
2.6	RESULTADO.....	6
3	ZAPATA TIPO 2: POSTE DE ESQUINA.....	7
3.1	CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LA ZAPATA .....	7
3.2	ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA.....	8
3.3	ARMADO DE LA PARRILLA POR EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES.....	8
3.4	COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL VUELCO .....	9
3.5	COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO .....	9
3.6	RESULTADO.....	9
4	ZAPATA TIPO 3: POSTE DE FORJADO .....	9
4.1	CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ZAPATA.....	10
4.2	ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA.....	10
4.3	ARMADO DE LA PARRILLA POR EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES.....	11
5	ZAPATA TIPO 4: POSTE DE FACHADA.....	12
5.1	CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ZAPATA.....	12
5.2	ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA.....	13
5.3	ARMADO DE LA PARRILLA POR MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES.....	13



5.4	COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL VUELCO .....	14
5.5	COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO .....	14
5.6	RESULTADO.....	14



## 1 INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene por objeto el cálculo manual de las cimentaciones de la nave industrial proyectada. Este procedimiento permite una verificación precisa de que las soluciones propuestas para soportar la estructura son las adecuadas.

Se han estudiado cuatro situaciones distintas de cimentación: interiores, de esquina, de forjado de oficina y de fachada. De cada situación se ha escogido la opción más desfavorable, es decir, la opción con mayores reacciones. De esta forma la cimentación se encuentra diseñada para soportar las peores condiciones posibles y así poder garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura.

La cimentación de la nave va a realizarse mediante zapatas aisladas cuadradas. La elección de este tipo de solución está basada en el diseño de los pórticos articulados, los cuales no generan momentos que deban ser absorbidos por la cimentación.

Se han tenido en cuenta una serie de parámetros para el cálculo de las cimentaciones. Estos son:

- Las barras de acero tendrán un diámetro mínimo de 12 mm.
- La calidad mínima del acero será la B400S.
- La resistencia del terreno será de 2 kg/cm<sup>2</sup>.
- El recubrimiento lateral de las barras será como mínimo de 5 cm, en nuestro caso hemos considerado un valor usual de 6,5 cm.
- Se colocará hormigón pobre de limpieza, bajo zapatas, con un grosor mínimo de 5 cm.
- La separación entre armaduras será como mínimo de 10 cm y como máximo de 30 cm.
- El hormigón utilizado tendrá una resistencia  $f_{ck}=250$  kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de seguridad de minoración de resistencia de  $\gamma_s = 1,5$ .
- El acero utilizado tendrá una resistencia  $f_{yk}=5100$  kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de seguridad de minoración de resistencia de  $\gamma_s = 1,15$ .

## 2 ZAPATA TIPO 1: POSTE INTERIOR

El poste interior tiene una unión cimentación-poste con una placa de 1 m x 0,6 m, usaremos el lado mayor para calcular el vuelo de la zapata.

Las reacciones más desfavorables son:

- $F_x = 109 \text{ kN} = Q$
- $F_z = 210 \text{ kN} = N$
- Peso:  $P = 0.1 * N = 0.1 * 210 = 21 \text{ kN}$

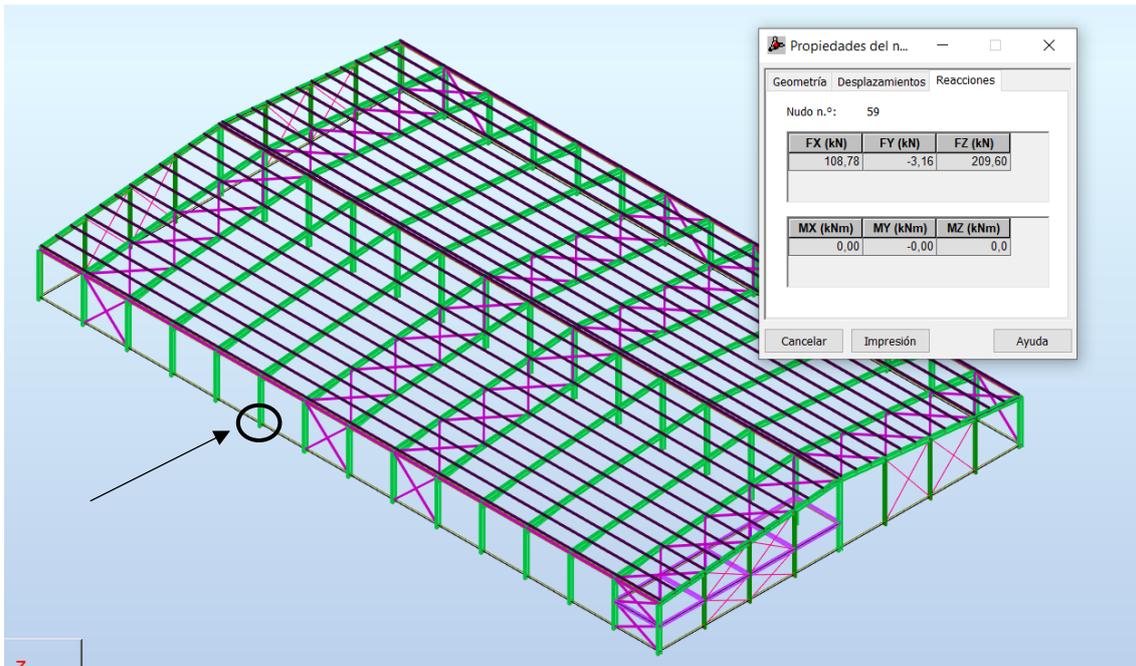


IMAGEN A11.1: REACCIONES DESFAVORABLES DE UN EJEMPLO DE POSTE INTERIOR

## 2.1 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N+P}{a^2} \rightarrow 200 \text{ kN/m}^2 \geq \frac{210+21}{a^2} \rightarrow a \geq 1,07 \text{ m} \rightarrow a = 1,2$$

Al normalizar tendremos una planta cuadrada de 1,2 m x 1,2 m.

El canto de la zapata deberá ser rígida, ya que las dimensiones no cumplen para una zapata flexible.

$$V_{max} \leq 2h \rightarrow \frac{1,2 \text{ m} - 1 \text{ m}}{2} \leq 2h \rightarrow h \geq 0,05 \text{ m} \rightarrow h = 0,3 \text{ m}$$

## 2.2 ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA

La cuantía geométrica mínima para un acero de calidad mínima B400S será  $\rho = 0,002$ .

Para calcular el área de acero mínima necesaria se utilizará la fórmula siguiente:



$$\rho \geq \frac{A_s}{a * d}$$

Siendo  $a = 1$  m ya que se calcula por metro de cemento, y  $d$  será el canto útil de la zapata.

$$d = h - r = 0,3 \text{ m} - 0,065 \text{ m} = 0,235 \text{ m}$$

Siendo  $r$  el recubrimiento.

$$A_s \leq \rho * a * d \rightarrow A_s \leq 0,0020 * 1 \text{ m} * 0,235 \text{ m} \rightarrow A_s \leq 0,00047 \text{ m}^2$$

Tendremos un área de acero  $470 \text{ mm}^2$  en las dos direcciones; por lo tanto, tendremos un área de  $235 \text{ mm}^2$  por dirección.

Vamos a tomar un diámetro de barra de  $12 \text{ mm}$ , para este diámetro tendremos un área de  $113,10 \text{ mm}^2$ .

$$\frac{235 \text{ mm}^2}{113,10 \text{ mm}^2} = 2,07 \rightarrow \boxed{3\phi 12 \text{ mm por metro lineal en cada dirección.}}$$

### 2.3 ARMADO DE LA PARRILLA POR EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES

$$T_d = \frac{N}{6,8 * d} * (L - P_L) * \gamma_s \leq A_s * \frac{f_{yk}}{\gamma_s};$$

$$\frac{210 \text{ kN}}{6,8 * 0,235 \text{ m}} * (1,20 - 0,5) * 1,5 \leq A_s * \frac{510 * 10^3}{1,15};$$

$$A_s \geq 0,00033 \text{ m}^2 \rightarrow A_s \geq 325,5 \text{ mm}^2 \text{ en } 1,20 \text{ m}$$

El área de acero por metro lineal será:

$$A_s = \frac{325,5 \text{ mm}^2}{1,20 \text{ m}} = 271,25 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Tomando barras de diámetros de  $12 \text{ mm}$ , las cuales tienen un área  $113,10 \text{ mm}^2$ . Por lo tanto, tendremos el siguiente número de barras por dirección:

$$\frac{271,25 \text{ mm}^2}{113,1 \text{ mm}^2} = 2,4 \rightarrow \boxed{3 \text{ barras } \phi 12 \text{ mm por metro lineal en cada dirección}}$$

Dado que, en los dos cálculos, nos salen 3 barras por dirección de diámetro  $12$  ésta será la solución.



## 2.4 COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL VUELCO

Al ser una zapata rígida el cortante y el punzonamiento no afectan. Aun así, vamos a verificar la seguridad a vuelco para mayor seguridad.

$$M_{volcador} = M + Q * h$$

$$M_{estabilizador} = (N + P) * \frac{a}{2}$$

$$M_{estabilizador} * \gamma_{estabilizador} \geq M_{volcador} * \gamma_{desestabilizador}$$

$$\gamma_c = \frac{\gamma_{desestabilizador}}{\gamma_{estabilizador}} = \frac{M_{estabilizador}}{M_{volcador}} > 2$$

$$\gamma_c = \frac{(210+21)*1,2/2}{0+(109*0,3)} = 4,24 > 2 \leftarrow \text{Cumple}$$

## 2.5 COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Al ser una zapata rígida el cortante y el punzonamiento no afectan. Aun así, vamos a verificar la seguridad al deslizamiento para mayor seguridad.

$$F_{estabilizadora} = N + P$$

$$F_{deslizadora} = Q$$

$$F_{estabilizadora} = F_{deslizadora} * \gamma_{deslizamiento}$$

$$\gamma_{deslizamiento} > 1,5$$

$$\gamma_{deslizamiento} = \frac{N+P}{Q} = \frac{210+21}{109} = 2,12 > 1,5 \leftarrow \text{Cumple}$$

## 2.6 RESULTADO

Dado que cumplen ambas comprobaciones, se dispondrán 3 barras de  $\varnothing 12$  en ambos sentidos (X e Y). Además, tendremos una zapata con unas dimensiones de planta de 1,2 m x 1,2 m y 0,3 m de canto.

### 3 ZAPATA TIPO 2: POSTE DE ESQUINA

El poste de esquina tiene una unión cimentación-poste con una placa de 1 m x 0,6 m, usaremos el lado mayor para calcular el vuelo de la zapata.

Las reacciones más desfavorables son:

- $F_x = 1,30 \text{ kN} = Q$
- $F_z = 104 \text{ kN} = N$
- Peso:  $P = 0.1 * N = 0.1 * 104 = 10,4 \text{ kN}$

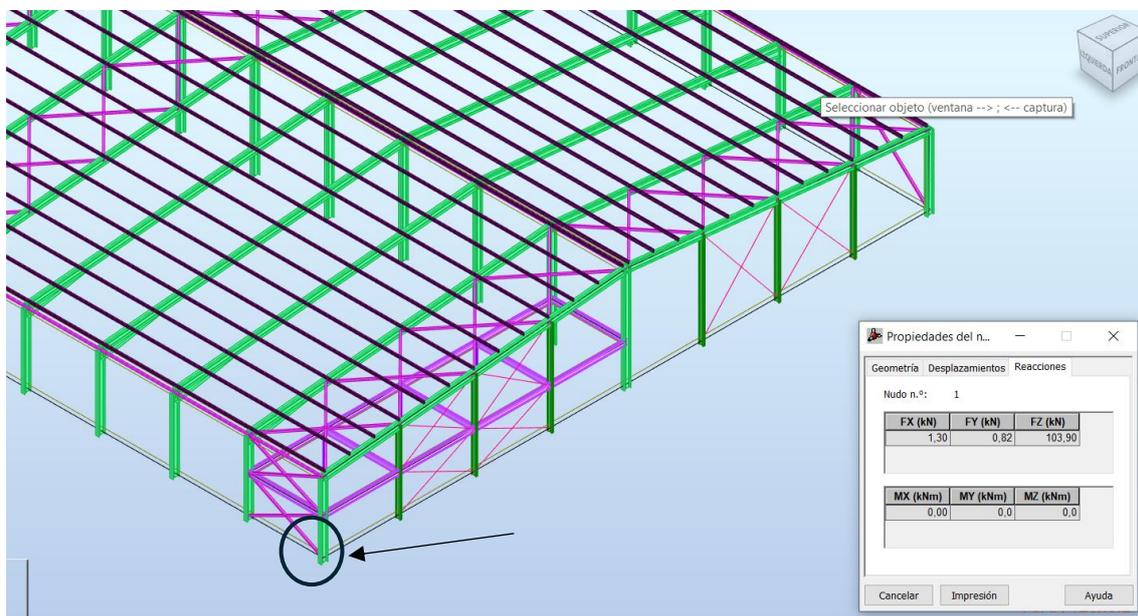


IMAGEN A11.2: REACCIONES DESFAVORABLES DE UN EJEMPLO DE POSTE DE ESQUINA

#### 3.1 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE LA ZAPATA

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N+P}{a^2} \rightarrow 200 \text{ kN/m}^2 \geq \frac{104+10,4}{a^2} \rightarrow a \geq 0,756 \text{ m} \rightarrow a = 1,2 \text{ m}$$

La dimensión real normalizada debería ser 1 m pero el lado mayor de la placa de anclaje es de 1 m, por ello hemos tomado una dimensión normalizada de 1,2 m. Tendremos una planta cuadrada de 1,2 m x 1,2 m.

El canto de la zapata deberá ser rígida, ya que las dimensiones no cumplen para una zapata flexible.

$$V_{max} \leq 2h \rightarrow \frac{1,2 \text{ m} - 1 \text{ m}}{2} \leq 2h \rightarrow h \geq 0,05 \text{ m} \rightarrow h = 0,3 \text{ m}$$



### 3.2 ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA

La cuantía geométrica mínima para un acero de calidad mínima B400S será  $\rho = 0,002$ .

Para calcular el área de acero mínima necesaria se utilizará la fórmula siguiente:

$$\rho \geq \frac{A_s}{a * d}$$

Siendo  $a = 1$  m ya que se calcular por metro de cimiento, y  $d$  será el canto útil de la zapata.

$$d = h - r = 0,3 \text{ m} - 0,065 \text{ m} = 0,235 \text{ m}$$

Siendo  $r$  el recubrimiento.

$$A_s \leq \rho * a * d \rightarrow A_s \leq 0,0020 * 1 \text{ m} * 0,235 \text{ m} \rightarrow A_s \leq 0,00047 \text{ m}^2$$

Tendremos un área de acero 470 mm<sup>2</sup> en las dos direcciones, por lo tanto, tendremos un área de 235 mm<sup>2</sup> por dirección.

Vamos a tomar un diámetro de barra de 12 mm como en el apartado anterior, para este diámetro tendremos un área de 113,10 mm<sup>2</sup>.

$$\frac{235 \text{ mm}^2}{113,10 \text{ mm}^2} = 2,07 \rightarrow \boxed{3\phi 12 \text{ mm por metro lineal en cada dirección.}}$$

### 3.3 ARMADO DE LA PARRILLA POR EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES

$$T_d = \frac{N}{6,8 * d} * (L - P_L) * \gamma_s \leq A_s * \frac{f_{yk}}{\gamma_s};$$

$$\frac{104 \text{ kN}}{6,8 * 0,235 \text{ m}} * (1,20 - 0,5) * 1,5 \leq A_s * \frac{510 * 10^3}{1,15};$$

$$A_s \geq 0,00015 \text{ m}^2 \rightarrow A_s \geq 154,1 \text{ mm}^2 \text{ en } 1,20 \text{ m}$$

El área de acero por metro lineal será:

$$A_s = \frac{154,10 \text{ mm}^2}{1,20 \text{ m}} = 128,42 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Tomamos barras de diámetro de 12 mm, las cuales tienen un área 113,10 mm<sup>2</sup>. Por lo tanto, tendremos el siguiente número de barras por dirección:

$$\frac{128,42 \text{ mm}^2}{113,1 \text{ mm}^2} = 1,14 \rightarrow \boxed{2 \text{ barras } \phi 12 \text{ mm por metro lineal en cada dirección}}$$



Como nos salen valores distintos en los dos cálculos, nos quedamos con el más restrictivo. Es decir, tendremos 3 barras de diámetro 12 por dirección (X e Y).

### 3.4 COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL VUELCO

Al ser una zapata rígida el cortante y el punzonamiento no afectan. Aun así, vamos a verificar la seguridad a vuelco para mayor seguridad.

$$M_{volicador} = M + Q * h$$

$$M_{estabilizador} = (N + P) * \frac{a}{2}$$

$$M_{estabilizador} * \gamma_{estabilizador} \geq M_{volicador} * \gamma_{desestabilizador}$$

$$\gamma_c = \frac{\gamma_{desestabilizador}}{\gamma_{estabilizador}} = \frac{M_{estabilizador}}{M_{volicador}} > 2$$

$$\gamma_c = \frac{(104+10,4)*1,2/2}{0+(1,3*0,3)} = 176 > 2 \leftarrow \text{Cumple}$$

### 3.5 COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Al ser una zapata rígida el cortante y el punzonamiento no afectan. Aun así, vamos a verificar la seguridad al deslizamiento para mayor seguridad.

$$F_{estabilizadora} = N + P$$

$$F_{deslizadora} = Q$$

$$F_{estabilizadora} = F_{deslizadora} * \gamma_{deslizamiento}$$

$$\gamma_{deslizamiento} > 1,5$$

$$\gamma_{deslizamiento} = \frac{N+P}{Q} = \frac{104+10,4}{1,3} = 88 > 1,5 \leftarrow \text{Cumple}$$

### 3.6 RESULTADO

Dado que cumplen ambas comprobaciones, se dispondrán 3 barras de  $\varnothing 12$  en ambos sentidos (X e Y). Además, tendremos una zapata con una planta de 1,2 m x 1,2 m y un canto de 0,3 m.

## 4 ZAPATA TIPO 3: POSTE DE FORJADO

El poste de forjado es un IPE 180, por lo que tendrá una anchura de 0,18 m.

Las reacciones más desfavorables son:

- $F_x = 0,07 \text{ kN} = Q \leftarrow$  Despreciable
- $F_z = 112 \text{ kN} = N$
- Peso:  $P = 0.1 * N = 0.1 * 112 = 11,2 \text{ kN}$

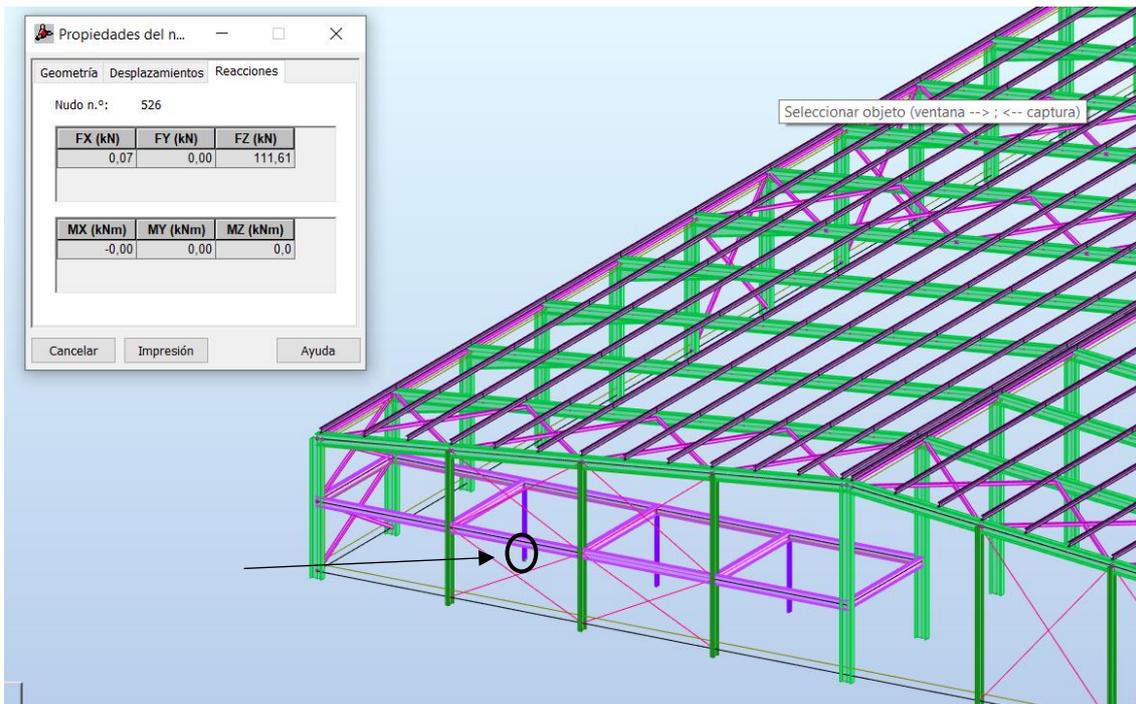


IMAGEN A11.3: REACCIONES DESFAVORABLES DE UN EJEMPLO DE POSTE DE FORJADO

#### 4.1 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ZAPATA

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N+P}{a^2} \rightarrow 200 \text{ kN/m}^2 \geq \frac{112+11,2}{a^2} \rightarrow a \geq 0,785 \text{ m} \rightarrow a = 1 \text{ m}$$

Tendremos una zapata de planta cuadrada de 1 m x 1 m.

El canto de la zapata deberá ser rígida, ya que las dimensiones no cumplen para una zapata flexible.

$$V_{max} \leq 2h \rightarrow \frac{1 \text{ m} - 0,18 \text{ m}}{2} \leq 2h \rightarrow h \geq 0,205 \text{ m} \rightarrow h = 0,3 \text{ m}$$

#### 4.2 ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA

La cuantía geométrica mínima para un acero de calidad mínima B400S será  $\rho = 0,002$ .

Para calcular el área de acero mínima necesaria se utilizará la fórmula siguiente:



$$\rho \geq \frac{A_s}{a * d}$$

Siendo  $a = 1$  m ya que se calcular por metro de cimiento, y  $d$  será el canto útil de la zapata.

$$d = h - r = 0,3 \text{ m} - 0,065 \text{ m} = 0,235 \text{ m}$$

Siendo  $r$  el recubrimiento.

$$A_s \leq \rho * a * d \rightarrow A_s \leq 0,0020 * 1 \text{ m} * 0,235 \text{ m} \rightarrow A_s \leq 0,00047 \text{ m}^2$$

Tendremos un área de acero  $470 \text{ mm}^2$  en las dos direcciones, por lo tanto, tendremos un área de  $235 \text{ mm}^2$  por dirección.

Vamos a tomar un diámetro de barra de  $12 \text{ mm}$  como en el apartado anterior, para este diámetro tendremos un área de  $113,10 \text{ mm}^2$ .

$$\frac{235 \text{ mm}^2}{113,10 \text{ mm}^2} = 2,07 \rightarrow \boxed{3\phi 12\text{mm por metro lineal en cada dirección.}}$$

### 4.3 ARMADO DE LA PARRILLA POR EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES

$$T_d = \frac{N}{6,8*d} * (L - P_L) * \gamma_s \leq A_s * \frac{f_{yk}}{\gamma_s};$$

$$\frac{112 \text{ kN}}{6,8 * 0,235 \text{ m}} * (1 - 0,18) * 1,5 \leq A_s * \frac{510 * 10^3}{1,15};$$

$$A_s \geq 0,00019 \text{ m}^2 \rightarrow A_s \geq 194,4 \text{ mm}^2 \text{ en } 1 \text{ m}$$

Tomamos barras de diámetro de  $12 \text{ mm}$ , las cuales tienen un área  $113,10 \text{ mm}^2$ . Por lo tanto, tendremos el siguiente número de barras por dirección:

$$\frac{194,4 \text{ mm}^2}{113,1 \text{ mm}^2} = 1,72 \rightarrow \boxed{2 \text{ barras } \phi 12 \text{ mm por metro lineal en cada dirección}}$$

Como nos salen valores distintos en los dos cálculos, nos quedamos con el más restrictivo. Es decir, tendremos 3 barras de diámetro  $12$  por dirección (X e Y) y unas dimensiones de  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  de planta y  $0,3 \text{ m}$  de canto.

En este caso no serán necesarias las comprobaciones ya que hemos despreciado el cortante.

## 5 ZAPATA TIPO 4: POSTE DE FACHADA

El poste de fachada se encuentra empotrado por lo que genera momentos, aunque estos son muy pequeños. Por ello, vamos a considerarlos despreciables y a utilizar una zapata cuadrada en vez de rectangular.

El poste de esquina tiene una unión cimentación-poste con una placa de anclaje de 0,72 m x 0,34 m, usaremos el lado mayor para calcular el vuelo de la zapata.

Las reacciones más desfavorables son:

- $F_x = 0,39 = Q$
- $F_z = 176 \text{ kN} = N$
- Peso:  $P = 0.1 * N = 0.1 * 176 = 17,6 \text{ kN}$

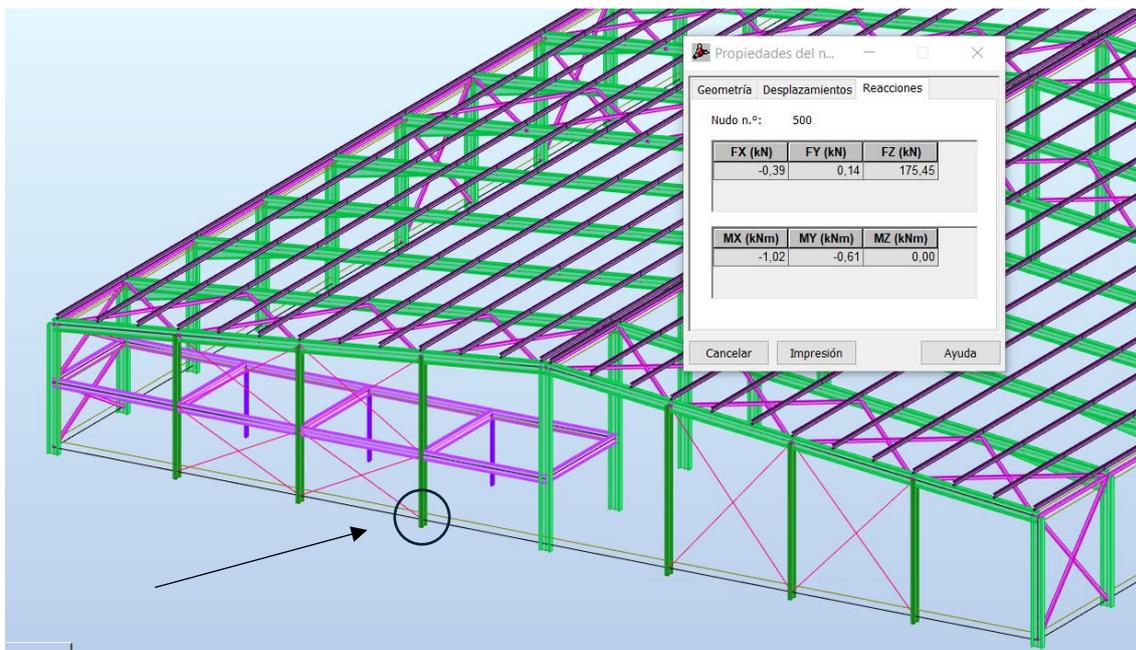


IMAGEN A11.4: REACCIONES DESFAVORABLES DE UN EJEMPLO DE POSTE DE FACHADA

### 5.1 CÁLCULO DE DIMENSIONES DE ZAPATA

$$\sigma_{adm} \geq \frac{N+P}{a^2} \rightarrow 200 \text{ kN/m}^2 \geq \frac{176+17,6}{a^2} \rightarrow a \geq 0,98 \text{ m} \rightarrow a = 1 \text{ m}$$

Tendremos una zapata de planta cuadrada de 1 m x 1 m.

El canto de la zapata deberá ser rígida, ya que las dimensiones no cumplen para una zapata flexible.



$$V_{max} \leq 2h \rightarrow \frac{1\text{ m} - 0,18\text{ m}}{2} \leq 2h \rightarrow h \geq 0,205\text{ m} \rightarrow h = 0,3\text{ m}$$

## 5.2 ARMADO DE LA PARRILLA POR CUANTÍA MÍNIMA

La cuantía geométrica mínima para un acero de calidad mínima B400S será  $\rho = 0,002$ .

Para calcular el área de acero mínima necesaria se utilizará la fórmula siguiente:

$$\rho \geq \frac{A_s}{a * d}$$

Siendo  $a = 1\text{ m}$  ya que se calcular por metro de cimiento, y  $d$  será el canto útil de la zapata.

$$d = h - r = 0,3\text{ m} - 0,065\text{ m} = 0,235\text{ m}$$

Siendo  $r$  el recubrimiento.

$$A_s \leq \rho * a * d \rightarrow A_s \leq 0,0020 * 1\text{ m} * 0,235\text{ m} \rightarrow A_s \leq 0,00047\text{ m}^2$$

Tendremos un área de acero  $470\text{ mm}^2$  en las dos direcciones, por lo tanto, tendremos un área de  $235\text{ mm}^2$  por dirección.

Vamos a tomar un diámetro de barra de  $12\text{ mm}$  como en el apartado anterior, para este diámetro tendremos un área de  $113,10\text{ mm}^2$ .

$$\frac{235\text{ mm}^2}{113,10\text{ mm}^2} = 2,07 \rightarrow \boxed{3\phi 12\text{ mm por metro lineal en cada dirección.}}$$

## 5.3 ARMADO DE LA PARRILLA POR MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES

$$T_d = \frac{N}{6,8 * d} * (L - P_L) * \gamma_s \leq A_s * \frac{f_{yk}}{\gamma_s};$$

$$\frac{176\text{ kN}}{6,8 * 0,235\text{ m}} * (1 - 0,72) * 1,5 \leq A_s * \frac{510 * 10^3}{1,15};$$

$$A_s \geq 0,000104\text{ m}^2 \rightarrow A_s \geq 104,31\text{ mm}^2 \text{ en } 1\text{ m}$$

Tomamos barras de diámetro de  $12\text{ mm}$ , las cuales tienen un área  $113,10\text{ mm}^2$ . Por lo tanto, tendremos el siguiente número de barras por dirección:

$$\frac{104,31\text{ mm}^2}{113,1\text{ mm}^2} = 0,92 \rightarrow \boxed{1\text{ barra } \phi 12\text{ mm por metro lineal en cada dirección}}$$



Como nos salen valores distintos en los dos cálculos, nos quedamos con el más restrictivo. Es decir, tendremos 3 barras de diámetro 12 por dirección (X e Y).

#### 5.4 COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL VUELCO

Al ser una zapata rígida el cortante y el punzonamiento no afectan. Aun así, vamos a verificar la seguridad a vuelco para mayor seguridad.

$$M_{volcador} = M + Q * h$$

$$M_{estabilizador} = (N + P) * \frac{a}{2}$$

$$M_{estabilizador} * \gamma_{estabilizador} \geq M_{volcador} * \gamma_{desestabilizador}$$

$$\gamma_c = \frac{\gamma_{desestabilizador}}{\gamma_{estabilizador}} = \frac{M_{estabilizador}}{M_{volcador}} > 2$$

$$\gamma_c = \frac{(176+17,6)*1/2}{0+(0,39*0,3)} = 827.35 > 2 \leftarrow \text{Cumple}$$

#### 5.5 COMPROBACIÓN DE SEGURIDAD AL DESLIZAMIENTO

Al ser una zapata rígida el cortante y el punzonamiento no afectan. Aun así, vamos a verificar la seguridad al deslizamiento para mayor seguridad.

$$F_{estabilizadora} = N + P$$

$$F_{deslizadora} = Q$$

$$F_{estabilizadora} = F_{deslizadora} * \gamma_{deslizamiento}$$

$$\gamma_{deslizamiento} > 1,5$$

$$\gamma_{deslizamiento} = \frac{N+P}{Q} = \frac{176+17,6}{0,39} = 496.41 > 1,5 \leftarrow \text{Cumple}$$

#### 5.6 RESULTADO

Dado que cumplen ambas comprobaciones, se dispondrán 3 barras de  $\varnothing 12$  en ambos sentidos (X e Y). La planta de la zapata será de 1 m x 1m y el canto de 0,3 m.

ANEJO N°12:  
CÁLCULO ESTRUCTURAL



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	2
3	NORMATIVA .....	3
4	CÁLCULO EN <i>ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS</i> .....	3
4.1	ELEMENTO TIPO 1: DINTEL DE FACHADA .....	3
4.2	ELEMENTO TIPO 2: DINTEL INTERIOR.....	5
4.3	ELEMENTO TIPO 3: POSTE DE ESQUINA .....	7
4.4	ELEMENTO TIPO 4: POSTE DE FACHADA .....	9
4.5	ELEMENTO TIPO 5: POSTE INTERIOR.....	11
4.6	ELEMENTO TIPO 6: ARRIOSTRAMIENTO DE CUBIERTA Y LATERALES.....	13
4.7	ELEMENTO TIPO 7: ARRIOSTRAMIENTO DE FACHADA FRONTAL .....	15
4.8	ELEMENTO TIPO 8: POSTE DE FORJADO.....	16
4.9	ELEMENTO TIPO 9: VIGA DE FORJADO .....	18
4.10	ELEMENTO TIPO 10: CORREA .....	20

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene por objeto explicar y justificar el cálculo de los elementos estructurales que comprenden la nave industrial proyectada.

## 2 DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

La nave, condicionada por la actividad llevada a cabo en su interior, tiene unas dimensiones de 84 m de largo y 49 m de ancho, lo que supone una superficie de 4116 m<sup>2</sup>. La estructura principal está formada por pórticos con cubierta a dos aguas y pendiente de 5,71° (10%). Estos se encuentran equiespaciados unos de otros una distancia de 6 m, resultando un total de 15 pórticos.

En cuanto a la conexión con la cimentación, se dispondrán pilares tanto empotrados como articulados de acuerdo a su localización.

El conjunto de pórticos se encuentra arriostrado longitudinalmente por correas de cubierta tipo “C”. Además, los pórticos primero y penúltimo se encuentran arriostrados mediante cruces de san Andrés a sus contiguos. El objetivo de esto es aumentar la resistencia y estabilidad de la estructura, evitando el movimiento lateral y asegurando que la carga se distribuya de manera uniforme en toda la estructura. Además, también mejoran el comportamiento de la estructura frente a acciones horizontales como las cargas de viento.

Por otro lado, la nave cuenta con un forjado de segunda planta a 3 m de altura. Dicho forjado ocupa una crujía de ancho y la mitad de la luz de la nave. Así, la nave tendrá finalmente una altura de 6 m en los laterales (fachada) y 8,45 m en cumbrera.

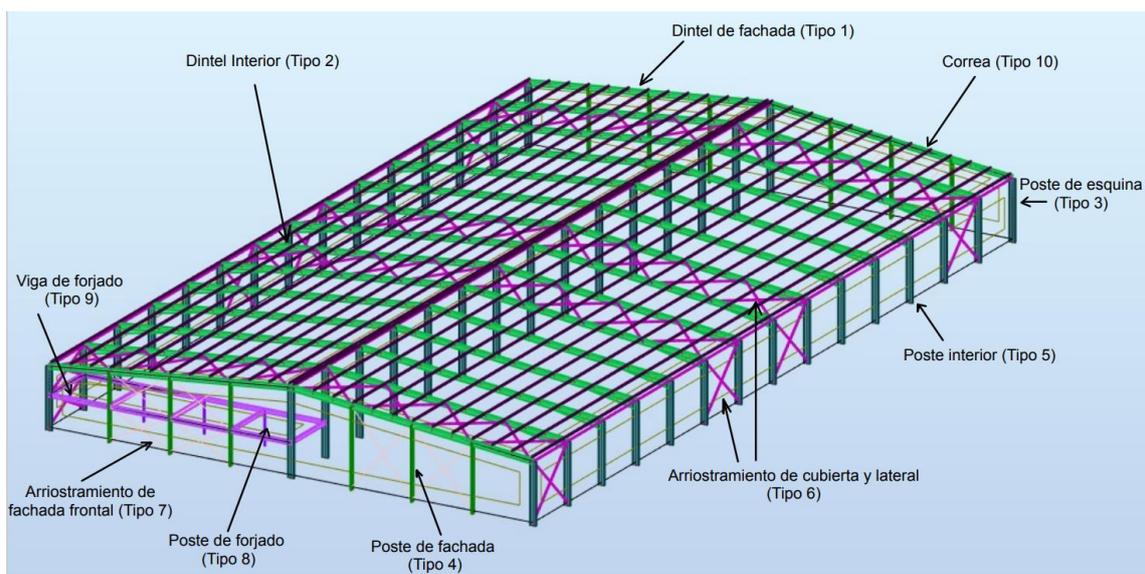


IMAGEN A12.1: REPRESENTACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL

### 3 NORMATIVA

Las siguientes normativas han sido utilizadas para el cálculo estructural de la nave industrial objeto del proyecto:

- DB SE del CTE.
- Eurocódigo 3 – Estructuras de acero.

### 4 CÁLCULO EN *ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS*

En este apartado del Anejo de cálculos de la estructura se recogen, a modo de ejemplo, los resultados de un elemento de cada tipología estructural, obtenidos a través de la herramienta *Robot Structural Analysis*.

#### 4.1 ELEMENTO TIPO 1: DINTEL DE FACHADA

## CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** [EN 1993-1:2005/A1:2014](#), [Eurocode 3: Design of steel structures](#).

**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 1 Dinteles Fachada

**BARRA:** 620 Dintel Fachada\_620 **PUNTOS:** 2

**COORDENADA:**  $x = 0.98 L = 6.06$  m

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $23 \text{ ELU}/17 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.75$   
 $(1+2) \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.75$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00$  MPa



#### PARAMETROS DE LA SECCION: HEB 500

$h=50.0$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=30.0$ cm	$A_y=182.09$ cm <sup>2</sup>	$A_z=89.82$ cm <sup>2</sup>	$A_x=238.64$ cm <sup>2</sup>
$tw=1.5$ cm	$I_y=107176.00$ cm <sup>4</sup>	$I_z=12623.90$ cm <sup>4</sup>	$I_x=605.00$ cm <sup>4</sup>
$tf=2.8$ cm	$W_{ply}=4814.79$ cm <sup>3</sup>	$W_{plz}=1291.67$ cm <sup>3</sup>	

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 46.55$ kN	$M_{y,Ed} = -19.24$ kN*m	$M_{z,Ed} = 7.95$ kN*m	$V_{y,Ed} = -0.41$ kN
$N_{c,Rd} = 6562.55$ kN	$M_{y,Ed,max} = -20.83$ kN*m		$M_{z,Ed,max} = 7.99$ kN*m
	$V_{y,T,Rd} = 2855.10$ kN		
$N_{b,Rd} = 6360.90$ kN	$M_{y,c,Rd} = 1324.07$ kN*m	$M_{z,c,Rd} = 355.21$ kN*m	$V_{z,Ed} = -15.62$ kN
	$M_{N,y,Rd} = 1324.07$ kN*m	$M_{N,z,Rd} = 355.21$ kN*m	$V_{z,T,Rd} = 1416.90$ kN



$$M_{b,Rd} = 1128.51 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$T_{t,Ed} = -1.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

CLASE DE LA SECCION

= 1



**PARAMETROS DE ALABEO:**

$$z = 0.00$$

$$M_{cr} = 2779.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Curva,LT - a

$$X_{LT} = 0.85$$

$$L_{cr,low} = 6.16 \text{ m}$$

$$\lambda_{LT} = 0.69$$

$$f_{i,LT} = 0.79$$

**PARAMETROS DE PANDEO:**



respecto al eje y:

$$L_y = 6.16 \text{ m}$$

$$\lambda_{y} = 0.33$$

$$L_{cr,y} = 6.16 \text{ m}$$

$$X_y = 0.97$$

$$\lambda_{my} = 29.05$$

$$k_{yy} = 1.00$$



respecto al eje z:

$$L_z = 6.16 \text{ m}$$

$$\lambda_{z} = 0.03$$

$$L_{cr,z} = 0.18 \text{ m}$$

$$X_z = 1.00$$

$$\lambda_{mz} = 2.54$$

$$k_{yz} = 0.70$$

**FORMULAS DE VERIFICACION:**

**Control de la resistencia de la sección:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd}) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(\tau_{xy}/(\sqrt{3})\cdot gM_0) = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(\tau_{xz}/(\sqrt{3})\cdot gM_0) = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\lambda_{y} = 29.05 < \lambda_{y,max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 2.54 < \lambda_{z,max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.04 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM_1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM_1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM_1) = 0.04 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

**Perfil correcto !!!**



## 4.2 ELEMENTO TIPO 2: DINTEL INTERIOR

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.  
**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 2 Dinteles Interiores

**BARRA:** 9  
24.62 m

**PUNTOS:** 3

**COORDENADA:**  $x = 1.00 L =$

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $37 \text{ ELU}/31 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.50 \quad (1+2) \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.50$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: HEB 500

$h=50.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=30.0 \text{ cm}$	$A_y=182.09 \text{ cm}^2$	$A_z=89.82 \text{ cm}^2$	$A_x=238.64 \text{ cm}^2$
$tw=1.5 \text{ cm}$	$I_y=107176.00 \text{ cm}^4$	$I_z=12623.90 \text{ cm}^4$	$I_x=650.66 \text{ cm}^4$
$tf=2.8 \text{ cm}$	$W_{ply}=4814.79 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=1291.67 \text{ cm}^3$	

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 79.92 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -519.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.60 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 6562.55 \text{ kN}$	$M_{y,pl,Rd} = 1324.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,pl,Rd} = 355.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,T,Rd} = 2888.25 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 2934.41 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 1324.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 355.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -118.77 \text{ kN}$
	$MN_{,y,Rd} = 1324.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{,z,Rd} = 355.21 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,T,Rd} = 1425.34 \text{ kN}$
	$M_{b,Rd} = 590.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$		$T_{t,Ed} = -0.08 \text{ kN}\cdot\text{m}$
			CLASE DE LA SECCION

= 1



#### PARAMETROS DE ALABEO:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 732.79 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Curva,LT - a	$X_{LT} = 0.45$
$L_{cr,low} = 12.31 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 1.34$	$f_{i,LT} = 1.52$	

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 24.62 \text{ m}$	$Lam_y = 1.34$
$L_{cr,y} = 27.23 \text{ m}$	$X_y = 0.45$
$Lam_y = 116.55$	$k_{yy} = 1.01$



respecto al eje z:

$L_z = 24.62 \text{ m}$	$Lam_z = 0.03$
$L_{cr,z} = 0.20 \text{ m}$	$X_z = 1.00$
$Lam_z = 2.75$	$k_{yz} = 1.19$

#### FORMULAS DE VERIFICACION:

Control de la resistencia de la sección:



$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.39 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.15 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{ty,Ed}/(\sigma_{fy}/\sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{tz,Ed}/(\sigma_{fy}/\sqrt{3} \cdot g_{M0}) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\lambda_{y} = 116.55 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 2.75 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$M_{y,Ed}/M_{b,Rd} = 0.88 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.92 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.49 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-

**Perfil correcto !!!**



### 4.3 ELEMENTO TIPO 3: POSTE DE ESQUINA

## CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.  
**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 3 Postes Esquina

**BARRA:** 3  
0.30 m

**PUNTOS:** 1

**COORDENADA:**  $x = 0.05 L =$

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $23 \text{ ELU}/17 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.75$   
 $(1+2) \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.75$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: IPE 600

$h=60.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=22.0 \text{ cm}$	$A_y=94.30 \text{ cm}^2$	$A_z=83.78 \text{ cm}^2$	$A_x=155.98 \text{ cm}^2$
$tw=1.2 \text{ cm}$	$I_y=92083.40 \text{ cm}^4$	$I_z=3387.34 \text{ cm}^4$	$I_x=166.20 \text{ cm}^4$
$tf=1.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=3512.62 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=485.66 \text{ cm}^3$	

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 15.61 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 0.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 2.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -4.76 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 4289.56 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 10.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 8.69 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 1497.28 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 1495.03 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 965.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 133.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = 2.95 \text{ kN}$
	$MN_{,y,Rd} = 965.97 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{,z,Rd} = 133.56 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 1330.25 \text{ kN}$
	$M_b,Rd = 687.55 \text{ kN}\cdot\text{m}$		

CLASE DE LA SECCION

= 1



#### PARAMETROS DE ALABEO:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 1435.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Curva,LT - b	$X_{LT} = 0.71$
$L_{cr,upp} = 6.00 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 0.82$	$f_{i,LT} = 0.94$	

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 6.00 \text{ m}$	$Lam_y = 0.28$
$L_{cr,y} = 6.00 \text{ m}$	$X_y = 0.98$
$L_{amy} = 24.69$	$k_{zy} = 0.49$



respecto al eje z:

$L_z = 6.00 \text{ m}$	$Lam_z = 1.48$
$L_{cr,z} = 6.00 \text{ m}$	$X_z = 0.35$
$Lam_z = 128.75$	$k_{zz} = 0.79$

#### FORMULAS DE VERIFICACION:



**Control de la resistencia de la sección:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\lambda_{y} = 24.69 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 128.75 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.05 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.07 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-

**Perfil correcto !!!**

#### 4.4 ELEMENTO TIPO 4: POSTE DE FACHADA

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.  
**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 4 Postes Fachada

**BARRA:** 564  
0.00 m

**PUNTOS:** 1

**COORDENADA:** x = 0.00 L =

**CARGAS:**

Caso de carga más desfavorable:  $11 \text{ ELU}/5 = 1 * 1.35 + 2 * 1.35 + 3 * 1.50 + 5 * 0.90 + 6 * 0.75$   
 $(1+2) * 1.35 + 3 * 1.50 + 5 * 0.90 + 6 * 0.75$

**MATERIAL:**

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



**PARAMETROS DE LA SECCION: IPE 360**

h=36.0 cm	gM0=1.00	gM1=1.00	
b=17.0 cm	Ay=48.84 cm <sup>2</sup>	Az=35.14 cm <sup>2</sup>	Ax=72.73 cm <sup>2</sup>
tw=0.8 cm	Iy=16265.60 cm <sup>4</sup>	Iz=1043.45 cm <sup>4</sup>	Ix=36.20 cm <sup>4</sup>
tf=1.3 cm	Wply=1019.22 cm <sup>3</sup>	Wplz=191.10 cm <sup>3</sup>	

**FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:**

N,Ed = 158.03 kN	My,Ed = -20.86 kN*m	Mz,Ed = 0.49 kN*m	Vy,Ed = 0.31 kN
Nc,Rd = 2000.05 kN	My,Ed,max = -20.86 kN*m		Mz,Ed,max = -0.53 kN*m
	Vy,T,Rd = 775.08 kN		
Nb,Rd = 305.04 kN	My,c,Rd = 280.29 kN*m	Mz,c,Rd = 52.55 kN*m	Vz,Ed = 11.18 kN
	MN,y,Rd = 280.29 kN*m	MN,z,Rd = 52.55 kN*m	Vz,T,Rd = 557.71 kN
	Mb,Rd = 146.39 kN*m		Tt,Ed = -0.01 kN*m

CLASE DE LA SECCION

= 1



**PARAMETROS DE ALABEO:**

z = 0.00	Mcr = 222.70 kN*m	Curva,LT - b	XLT = 0.52
Lcr,low=7.84 m	Lam_LT = 1.12	fi,LT = 1.29	

**PARAMETROS DE PANDEO:**



respecto al eje y:

Ly = 7.84 m	Lam_y = 0.60
Lcr,y = 7.84 m	Xy = 0.89
Lamy = 52.41	kzy = 0.48



respecto al eje z:

Lz = 7.84 m	Lam_z = 2.38
Lcr,z = 7.84 m	Xz = 0.15
Lamz = 206.92	kzz = 0.88



### FORMULAS DE VERIFICACION:

#### *Control de la resistencia de la sección:*

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.08 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.07 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,T,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,T,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.6-7)$$

$$\tau_{xy,Ed}/(\tau_{fy}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau_{xz,Ed}/(\tau_{fy}/(\sqrt{3} \cdot g_{M0})) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

#### *Control de estabilidad global de la barra:*

$$\lambda_{y} = 52.41 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 206.92 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.14 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_{y} \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.26 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_{z} \cdot N_{Rk}/g_{M1}) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/g_{M1}) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/g_{M1}) = 0.60 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-----  
-

**Perfil correcto !!!**



## 4.5 ELEMENTO TIPO 5: POSTE INTERIOR

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 5 Postes Interiores

**BARRA:** 6

**PUNTOS:** 3

**COORDENADA:**  $x = 0.05 L =$

0.30 m

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $39 \text{ ELU}/33 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 0.90 + 6 \cdot 1.50$   
 $(1+2) \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 0.90 + 6 \cdot 1.50$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: IPE 600

$h=60.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=22.0 \text{ cm}$	$A_y=94.30 \text{ cm}^2$	$A_z=83.78 \text{ cm}^2$	$A_x=155.98 \text{ cm}^2$
$tw=1.2 \text{ cm}$	$I_y=92083.40 \text{ cm}^4$	$I_z=3387.34 \text{ cm}^4$	$I_x=166.20 \text{ cm}^4$
$tf=1.9 \text{ cm}$	$W_{ply}=3512.62 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=485.66 \text{ cm}^3$	

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 201.79 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -12.88 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed} = 2.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{y,Ed} = -9.73 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 4289.56 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -396.98 \text{ kN} \cdot \text{m}$		$M_{z,Ed,max} = 2.92 \text{ kN} \cdot \text{m}$
	$V_{y,c,Rd} = 1497.28 \text{ kN}$		
$N_{b,Rd} = 1495.03 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 965.97 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 133.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,Ed} = -42.92 \text{ kN}$
	$MN_{,y,Rd} = 965.97 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$MN_{,z,Rd} = 133.56 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 1330.25 \text{ kN}$
	$M_{b,Rd} = 687.55 \text{ kN} \cdot \text{m}$		

CLASE DE LA SECCION

= 1



#### PARAMETROS DE ALABEO:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 1435.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$	Curva,LT - b	$X_{LT} = 0.71$
$L_{cr,low} = 6.00 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 0.82$	$f_{i,LT} = 0.94$	

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 6.00 \text{ m}$	$Lam_y = 0.92$
$L_{cr,y} = 19.42 \text{ m}$	$X_y = 0.72$
$Lam_y = 79.93$	$ky_y = 1.00$



respecto al eje z:

$L_z = 6.00 \text{ m}$	$Lam_z = 1.48$
$L_{cr,z} = 6.00 \text{ m}$	$X_z = 0.35$
$Lam_z = 128.75$	$ky_z = 0.98$



**FORMULAS DE VERIFICACION:**

**Control de la resistencia de la sección:**

$$N_{Ed}/N_{c,Rd} = 0.05 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^{2.00} + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^{1.00} = 0.02 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.03 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\lambda_{y} = 79.93 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_{z} = 128.75 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$M_{y,Ed,max}/M_{b,Rd} = 0.58 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N_{Ed}/(X_{y} \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.66 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_{z} \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.46 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-

**Perfil correcto !!!**

## 4.6 ELEMENTO TIPO 6: ARRIOSTRAMIENTO DE CUBIERTA Y LATERALES

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

NORMA: *EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.*

TIPO DE ANÁLISIS: Verificación de grupos de barras

GRUPO: 6 Arriostramientos

BARRA: 520

PUNTOS: 3

COORDENADA:  $x = 1.00 L =$

8.52 m

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $23 \text{ ELU}/17 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.75$

$(1+2) \cdot 1.35 + 3 \cdot 1.05 + 5 \cdot 1.50 + 6 \cdot 0.75$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: T CAR 120x3.2

$h = 12.0 \text{ cm}$

$gM0 = 1.00$

$gM1 = 1.00$

$b = 12.0 \text{ cm}$

$A_y = 7.43 \text{ cm}^2$

$A_z = 7.43 \text{ cm}^2$

$A_x = 14.86 \text{ cm}^2$

$tw = 0.3 \text{ cm}$

$I_y = 338.10 \text{ cm}^4$

$I_z = 338.10 \text{ cm}^4$

$I_x = 510.40 \text{ cm}^4$

$tf = 0.3 \text{ cm}$

$W_{ply} = 65.50 \text{ cm}^3$

$W_{plz} = 65.50 \text{ cm}^3$

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N, Ed = 22.33 \text{ kN}$

$Nc, Rd = 408.72 \text{ kN}$

$Nb, Rd = 86.35 \text{ kN}$

CLASE DE LA SECCION

= 2



#### PARAMETROS DE ALABEO:

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 8.52 \text{ m}$

$L_{am,y} = 2.06$

$L_{cr,y} = 8.52 \text{ m}$

$X_y = 0.21$

$L_{am,y} = 178.73$



respecto al eje z:

$L_z = 8.52 \text{ m}$

$L_{am,z} = 2.06$

$L_{cr,z} = 8.52 \text{ m}$

$X_z = 0.21$

$L_{am,z} = 178.73$

#### FORMULAS DE VERIFICACION:

Control de la resistencia de la sección:

$N, Ed / Nc, Rd = 0.05 < 1.00$  (6.2.4.(1))

Control de estabilidad global de la barra:

$\lambda_{b,y} = 178.73 < \lambda_{b,max} = 210.00$

$\lambda_{b,z} = 178.73 < \lambda_{b,max} = 210.00$  ESTABLE



$N_{Ed}/N_b, R_d = 0.26 < 1.00$  (6.3.1.1.(1))

---

-  
***Perfil correcto !!!***



## 4.7 ELEMENTO TIPO 7: ARRIOSTRAMIENTO DE FACHADA FRONTAL

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.  
**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 7 Arriostramientos Fachada  
**BARRA:** 599 Arriostramiento fachada\_599 **PUNTOS:** 3  
**COORDENADA:**  $x = 1.00$   $L = 8.80$  m

**CARGAS:**  
*Caso de carga más desfavorable:*  $21 \text{ ELU}/15 = 1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 4*1.50 + 6*0.75$   
 $(1+2)*1.35 + 3*1.05 + 4*1.50 + 6*0.75$

**MATERIAL:**  
S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00$  MPa



**PARAMETROS DE LA SECCION: ROND 8**

$h=0.8$ cm	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
	$A_y=0.32$ cm <sup>2</sup>	$A_z=0.32$ cm <sup>2</sup>	$A_x=0.50$ cm <sup>2</sup>
$tw=0.4$ cm	$I_y=0.02$ cm <sup>4</sup>	$I_z=0.02$ cm <sup>4</sup>	$I_x=0.04$ cm <sup>4</sup>
	$W_{ply}=0.09$ cm <sup>3</sup>	$W_{plz}=0.09$ cm <sup>3</sup>	

**FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:**

$N_{,Ed} = -1.59$  kN  
 $N_{t,Rd} = 13.82$  kN

CLASE DE LA SECCION

= 1



**PARAMETROS DE ALABEO:**

**PARAMETROS DE PANDEO:**



respecto al eje y:



respecto al eje z:

**FORMULAS DE VERIFICACION:**

*Control de la resistencia de la sección:*  
 $N_{,Ed}/N_{t,Rd} = 0.12 < 1.00$  (6.2.3.(1))

**Perfil correcto !!!**

## 4.8 ELEMENTO TIPO 8: POSTE DE FORJADO

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.

**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 8 Postes de Forjado

**BARRA:** 584 Poste de forjado\_584 **PUNTOS:** 2  
1.65 m

**COORDENADA:**  $x = 0.50 L =$

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $7 \text{ ELU}/1=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 6*0.75 (1+2)*1.35+3*1.50+6*0.75$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: IPE 180

$h=18.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=9.1 \text{ cm}$	$A_y=16.21 \text{ cm}^2$	$A_z=11.25 \text{ cm}^2$	$A_x=23.95 \text{ cm}^2$
$tw=0.5 \text{ cm}$	$I_y=1316.96 \text{ cm}^4$	$I_z=100.85 \text{ cm}^4$	$I_x=4.90 \text{ cm}^4$
$tf=0.8 \text{ cm}$	$W_{ply}=166.42 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=34.60 \text{ cm}^3$	

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 113.96 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.07 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,Ed} = -0.04 \text{ kN}$
$N_{c,Rd} = 658.55 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = -0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{y,c,Rd} = 257.36 \text{ kN}$
$N_{b,Rd} = 157.93 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 45.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 9.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,Ed} = -0.00 \text{ kN}$
	$MN_{,y,Rd} = 45.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$MN_{,z,Rd} = 9.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$	$V_{z,c,Rd} = 178.64 \text{ kN}$

CLASE DE LA SECCION

= 1



#### PARAMETROS DE ALABEO:

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 3.30 \text{ m}$	$Lam_y = 0.51$
$L_{cr,y} = 3.30 \text{ m}$	$X_y = 0.92$
$L_{amy} = 44.50$	$k_{zy} = 0.30$



respecto al eje z:

$L_z = 3.30 \text{ m}$	$Lam_z = 1.85$
$L_{cr,z} = 3.30 \text{ m}$	$X_z = 0.24$
$Lam_z = 160.81$	$k_{zz} = 0.91$

#### FORMULAS DE VERIFICACION:

Control de la resistencia de la sección:

$$N_{,Ed}/N_{c,Rd} = 0.17 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$M_{y,Ed}/MN_{,y,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$

$$M_{z,Ed}/MN_{,z,Rd} = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(2))$$



$$(M_{y,Ed}/M_{N,y,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{N,z,Rd})^1 = 0.01 < 1.00 \quad (6.2.9.1.(6))$$

$$V_{y,Ed}/V_{y,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

$$V_{z,Ed}/V_{z,c,Rd} = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6.(1))$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\lambda_y = 44.50 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda_z = 160.81 < \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$N_{Ed}/(X_y \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{yy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{yz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.21 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N_{Ed}/(X_z \cdot N_{Rk}/gM1) + k_{zy} \cdot M_{y,Ed,max}/(X_{LT} \cdot M_{y,Rk}/gM1) + k_{zz} \cdot M_{z,Ed,max}/(M_{z,Rk}/gM1) = 0.74 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-

**Perfil correcto !!!**

## 4.9 ELEMENTO TIPO 9: VIGA DE FORJADO

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.  
**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 9 Vigas de Forjado

**BARRA:** 570  
3.00 m

**PUNTOS:** 2

**COORDENADA:**  $x = 0.50 L =$

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $12 \text{ ELU}/6=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 5*0.90 (1+2)*1.35+3*1.50+5*0.90$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: IPE 400

$h=40.0 \text{ cm}$	$gM0=1.00$	$gM1=1.00$	
$b=18.0 \text{ cm}$	$A_y=56.00 \text{ cm}^2$	$A_z=42.69 \text{ cm}^2$	$A_x=84.46 \text{ cm}^2$
$tw=0.9 \text{ cm}$	$I_y=23128.40 \text{ cm}^4$	$I_z=1317.82 \text{ cm}^4$	$I_x=46.80 \text{ cm}^4$
$tf=1.4 \text{ cm}$	$W_{ply}=1307.26 \text{ cm}^3$	$W_{plz}=229.01 \text{ cm}^3$	

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 0.21 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 161.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
$N_{c,Rd} = 2322.75 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 161.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
$N_{b,Rd} = 614.80 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 359.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
	$M_{N,y,Rd} = 359.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
	$M_{b,Rd} = 173.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$		
		$T_{t,Ed} = 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$	

CLASE DE LA SECCION

= 1



#### PARAMETROS DE ALABEO:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 253.57 \text{ kN}\cdot\text{m}$	Curva,LT - b	$X_{LT} = 0.48$
$L_{cr,upp}=6.00 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 1.19$	$f_{i,LT} = 1.38$	

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 6.00 \text{ m}$	$Lam_y = 0.42$
$L_{cr,y} = 6.00 \text{ m}$	$X_y = 0.95$
$Lam_y = 36.26$	$k_{yy} = 1.00$



respecto al eje z:

$L_z = 6.00 \text{ m}$	$Lam_z = 1.75$
$L_{cr,z} = 6.00 \text{ m}$	$X_z = 0.26$
$Lam_z = 151.90$	$k_{zy} = 0.52$

#### FORMULAS DE VERIFICACION:



**Control de la resistencia de la sección:**

$$N, Ed/Nc, Rd = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.4.(1))$$

$$My, Ed/My, c, Rd = 0.45 < 1.00 \quad (6.2.5.(1))$$

$$\tau, \tau_y, Ed/(f_y/(\sqrt{3}) * gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\tau, \tau_z, Ed/(f_y/(\sqrt{3}) * gM0) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\lambda, \lambda_y = 36.26 < \lambda, \lambda_{max} = 210.00 \quad \lambda, \lambda_z = 151.90 < \lambda, \lambda_{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$My, Ed, \max/Mb, Rd = 0.93 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N, Ed/(X_y * N, Rk/gM1) + k_{yy} * My, Ed, \max/(X_{LT} * My, Rk/gM1) = 0.93 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N, Ed/(X_z * N, Rk/gM1) + k_{zy} * My, Ed, \max/(X_{LT} * My, Rk/gM1) = 0.48 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-

**Perfil correcto !!!**



## 4.10 ELEMENTO TIPO 10: CORREA

### CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

**NORMA:** EN 1993-1:2005/A1:2014, Eurocode 3: Design of steel structures.  
**TIPO DE ANÁLISIS:** Verificación de grupos de barras

**GRUPO:** 10 Correas

**BARRA:** 271  
3.00 m

**PUNTOS:** 2

**COORDENADA:**  $x = 0.50 L =$

#### CARGAS:

Caso de carga más desfavorable:  $28 \text{ ELU}/22 = 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.50 (1+2) \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.50$

#### MATERIAL:

S 275 ( S 275 )  $f_y = 275.00 \text{ MPa}$   $f_{ya} = 291.01 \text{ MPa}$   $f_{yb} = 275.00 \text{ MPa}$



#### PARAMETROS DE LA SECCION: C 200x1.5

$h = 20.0 \text{ cm}$	$gM0 = 1.00$	$gM1 = 1.00$	
$b = 8.0 \text{ cm}$	$A_y = 2.29 \text{ cm}^2$	$A_z = 2.90 \text{ cm}^2$	$A_x = 5.78 \text{ cm}^2$
$tw = 0.1 \text{ cm}$	$I_y = 363.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 52.70 \text{ cm}^4$	$I_x = 0.04 \text{ cm}^4$
$tf = 0.1 \text{ cm}$	$W_{ely} = 36.30 \text{ cm}^3$	$W_{elz} = 9.60 \text{ cm}^3$	
	$W_{eff,y} = 29.95 \text{ cm}^3$	$W_{eff,z} = 8.30 \text{ cm}^3$	$A_{eff} = 3.35 \text{ cm}^2$

#### FUERZAS INTERNAS Y RESISTENCIAS ULTIMAS:

$N_{,Ed} = 3.25 \text{ kN}$	$M_{y,Ed} = 0.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed} = 0.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$	
$N_{c,Rd} = 92.00 \text{ kN}$	$M_{y,Ed,max} = 0.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,Ed,max} = 0.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$	
$N_{b,Rd} = 24.55 \text{ kN}$	$M_{y,c,Rd} = 8.24 \text{ kN} \cdot \text{m}$	$M_{z,c,Rd} = 2.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$	
	$M_{b,Rd} = 2.81 \text{ kN} \cdot \text{m}$		$T_{t,Ed} = -0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$
		$dM_{z,Ed} = 0.03 \text{ kN} \cdot \text{m}$	<b>CLASE DE LA SECCION</b>

= 3



#### PARAMETROS DE ALABEO:

$z = 0.00$	$M_{cr} = 3.25 \text{ kN} \cdot \text{m}$	Curva,LT - b	$X_{LT} = 0.31$
$L_{cr,upp} = 6.00 \text{ m}$	$Lam_{LT} = 1.59$	$f_{i,LT} = 2.00$	

#### PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje y:

$L_y = 6.00 \text{ m}$	$Lam_y = 0.66$
$L_{cr,y} = 6.00 \text{ m}$	$X_y = 0.80$
$Lam_y = 75.71$	$k_{zy} = 1.06$



respecto al eje z:

$L_z = 6.00 \text{ m}$	$Lam_z = 1.74$
$L_{cr,z} = 6.00 \text{ m}$	$X_z = 0.27$
$Lam_z = 198.71$	$k_{zz} = 1.03$

#### FORMULAS DE VERIFICACION:

Control de la resistencia de la sección:



$$N,Ed/Nc,Rd = 0.04 < 1.00 \quad \text{EN313(6.1.9.(1))}$$

$$N,Ed/Nc,Rd + My,Ed/My,c,Rdcom + (Mz,Ed+dMz,Ed)/Mz,c,Rdcom = 0.09 < 1.00 \quad \text{EN313(6.1.9.(1))}$$

$$My,Ed/My,c,Rdten + (Mz,Ed+dMz,Ed)/Mz,c,Rdten - N,Ed/Nc,Rd = 0.02 < 1.00 \quad \text{EN313(6.1.9.(2))}$$

$$\text{Tau},ty,Ed/(fy/(\text{sqrt}(3)*gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

$$\text{Tau},tz,Ed/(fy/(\text{sqrt}(3)*gM0)) = 0.00 < 1.00 \quad (6.2.6)$$

**Control de estabilidad global de la barra:**

$$\text{Lambda},y = 75.71 < \text{Lambda},\text{max} = 210.00 \quad \text{Lambda},z = 198.71 < \text{Lambda},\text{max} = 210.00 \quad \text{ESTABLE}$$

$$My,Ed,\text{max}/Mb,Rd = 0.10 < 1.00 \quad (6.3.2.1.(1))$$

$$N,Ed/(Xy*N,Rk/gM1) + kyy*My,Ed,\text{max}/(XLT*My,Rk/gM1) + kyz*(Mz,Ed,\text{max}+dMz,Ed)/(Mz,Rk/gM1) = 0.19 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

$$N,Ed/(Xz*N,Rk/gM1) + kzy*My,Ed,\text{max}/(XLT*My,Rk/gM1) + kzz*(Mz,Ed,\text{max}+dMz,Ed)/(Mz,Rk/gM1) = 0.27 < 1.00 \quad (6.3.3.(4))$$

-----  
-  
**Perfil correcto !!!**

ANEJO N°13:  
CÁLCULO DE UNIONES



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	TIPOS DE UNIONES.....	2
2.1	UNIÓN TIPO 1: DINTEL – POSTE DE PÓRTICO INTERIOR .....	2
2.2	UNIÓN TIPO 2: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE PÓRTICO INTERIOR .....	3
2.3	UNIÓN TIPO 3: DINTEL – POSTE DE ESQUINA .....	3
2.4	UNIÓN TIPO 4: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE ESQUINA .....	4
2.5	UNIÓN TIPO 5: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE FACHADA .....	4
3	CÁLCULO EN <i>ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS</i> .....	5
3.1	UNIÓN TIPO 1: DINTEL – POSTE DE PÓRTICO INTERIOR .....	5
3.2	UNIÓN TIPO 2: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE PÓRTICO INTERNO.....	10
3.3	UNIÓN TIPO 3: DINTEL – POSTE DE ESQUINA .....	14
3.4	UNIÓN TIPO 4: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE ESQUINA .....	18
3.5	UNIÓN TIPO 5: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE FACHADA .....	22

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene como objeto la descripción detallada del cálculo de las principales uniones diseñadas para la nave industrial objeto del proyecto. Para ello, se nos hemos apoyado en la herramienta de cálculo *Robot Structural Analysis*.

## 2 TIPOS DE UNIONES

En la siguiente representación en 3D (Imagen A13.1) podemos observar las principales uniones que se van a detallar en este Anejo.

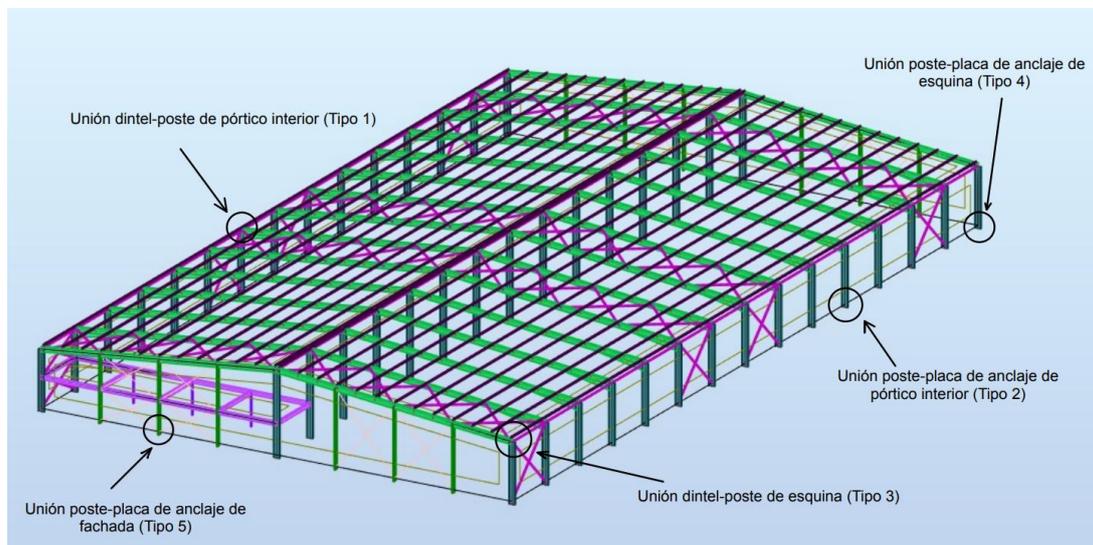


IMAGEN A13.1: PRINCIPALES UNIONES ANALIZADAS

### 2.1 UNIÓN TIPO 1: DINTEL – POSTE DE PÓRTICO INTERIOR

La unión se encuentra compuesta por una pletina de 20 mm y un refuerzo vertical superior de 500 mm de altura y 4.924 mm de longitud. Además, los perfiles se encontrarán unidos por 16 tornillos M14 de clase 10.9, formando 8 hileras horizontales y dos columnas. Puede verse en la Imagen A13.2 una representación de la unión.

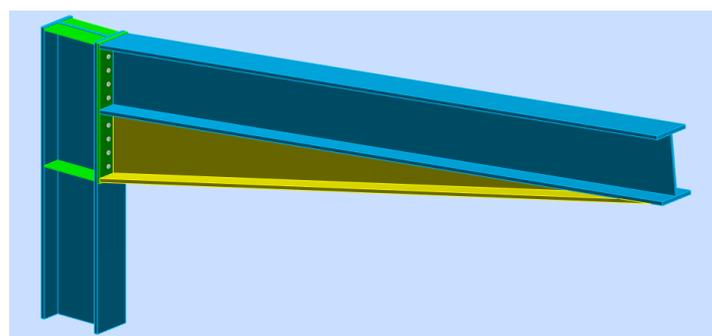


IMAGEN A13.2: UNIÓN DINTEL – POSTE DE PÓRTICO INTERIOR

## 2.2 UNIÓN TIPO 2: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE PÓRTICO INTERIOR

Se trata de una unión articulada formada por una pletina de 25 mm de espesor y dimensiones 1000 x 600 mm, y por una única columna de anclaje formada por pernos de anclaje con tornillos M20 de clase 9.8. En la Imagen A13.3 podemos ver una representación en 3D del elemento.

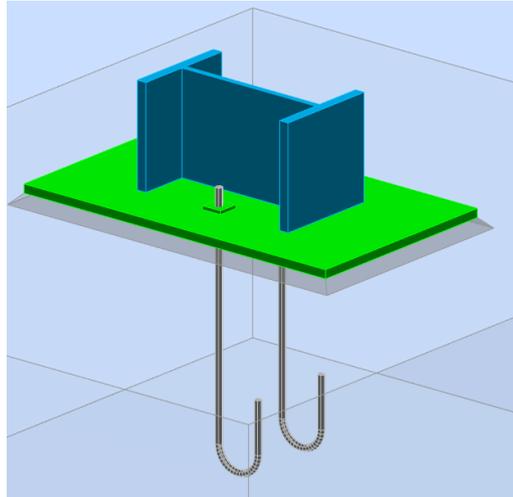


IMAGEN A13.3: UNIÓN POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE PÓRTICO INTERIOR

## 2.3 UNIÓN TIPO 3: DINTEL – POSTE DE ESQUINA

Los componentes principales de esta unión dintel-poste de la esquina del pórtico de fachada son una pletina de 20 mm y 8 tornillos M12 de clase 5.6, los cuales se encuentran dispuestos en 4 líneas y 2 columnas. Puede apreciarse una representación gráfica en 3D de la unión en la Imagen A13.4.

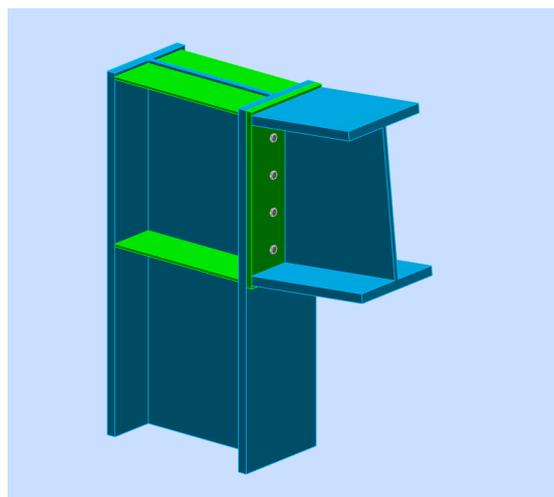


IMAGEN A13.4: UNIÓN DINTEL-POSTE DE ESQUINA

## 2.4 UNIÓN TIPO 4: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE ESQUINA

Esta unión poste – placa de anclaje situada en la esquina de los pórticos de fachada está compuesta por una pletina de espesor 25 mm y dimensiones 1000 x 600 mm, y por un anclaje con 2 tornillos M20 de clase 4.8. Puede apreciarse una representación gráfica en 3D de la unión en la Imagen A13.5.

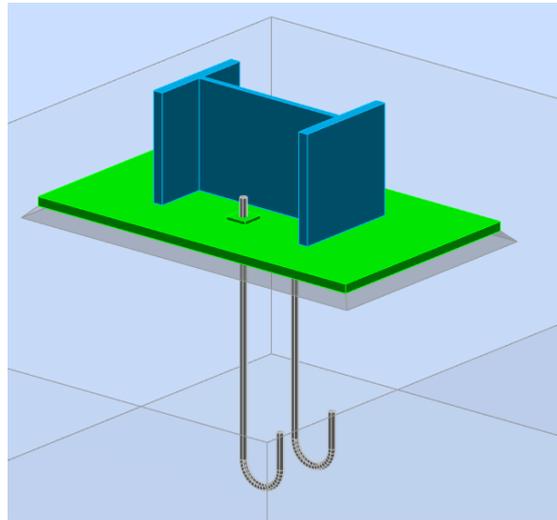


IMAGEN A13.5: UNIÓN ARTICULADA POSTE-PLACA DE ANCLAJE DE ESQUINA

## 2.5 UNIÓN TIPO 5: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE FACHADA

La unión poste – placa de anclaje situada en el pórtico de fachada será de tipo empotrada. Se encuentra caracterizada por una pletina de 25 mm de espesor y dimensiones 720 x 340 mm, y cuatro anclajes de tornillos M20-B clase 4.6. Además, cuenta con una cuña para dar una mayor estabilidad a la estructura. Puede apreciarse una representación gráfica en 3D de la unión en la Imagen A13.6.

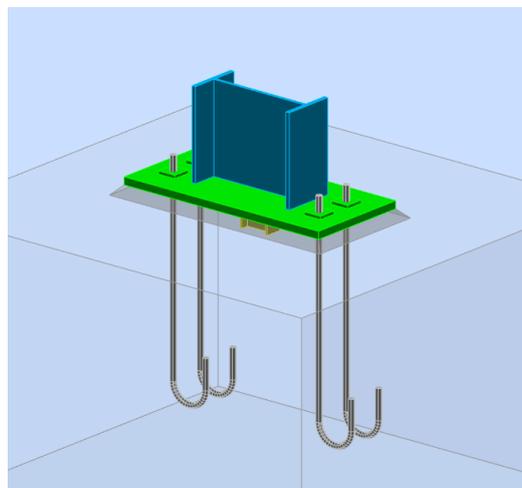
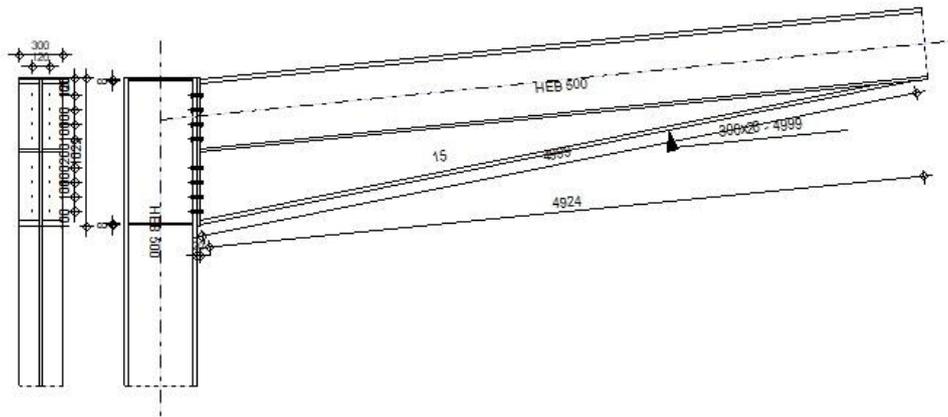


IMAGEN A13.6: UNIÓN EMPOTRADA POSTE-PLACA DE ANCLAJE DE FACHADA

### 3 CÁLCULO EN *ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS*

#### 3.1 UNIÓN TIPO 1: DINTEL – POSTE DE PÓRTICO INTERIOR

	Robot Structural Analysis Professional 2023 <b>Cálculo del empotramiento Viga - Columna</b> EN 1993-1-8:2005/AC:2009	
		Relación <b>0,90</b>



#### GENERAL

Unión N.º: 1  
Nombre de la unión: Ángulo de pórtico  
Nudo de la estructura: 74  
Barras de la estructura: 51, 54

#### GEOMETRÍA

##### PILAR

Perfil: HEB 500  
Barra N.º: 51  
 $\alpha = -90,0$  [Deg] Ángulo de inclinación  
Material: S 275  
 $f_{yc} = 275,00$  [MPa] Resistencia

##### VIGA

Perfil: HEB 500  
Barra N.º: 54  
 $\alpha = 5,7$  [Deg] Ángulo de inclinación  
Material: S 275  
 $f_{yb} = 275,00$  [MPa] Resistencia



## TORNILLOS

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

$d =$	14	[mm]	Diámetro del tornillo
Clase =	10.9		Clase del tornillo
$F_{tRd} =$	82,80	[kN]	Resistencia de tornillo a la tracción
$n_h =$	2		Número de columnas de tornillos
$n_v =$	8		Número de líneas de tornillos
$h_1 =$	120	[mm]	Distancia entre el primer tornillo y el borde vertical de la pletina de tope
Separación horizontal $e_i =$	120	[mm]	
Separación vertical $p_i =$	100;100;100;200;100;100;100	[mm]	

## PLETINA

$h_p =$	1022	[mm]	Altura de la pletina
$b_p =$	300	[mm]	Anchura de la pletina
$t_p =$	20	[mm]	Espesor de la pletina
Material:	S 275		
$f_{yp} =$	275,00	[MPa]	Resistencia

## REFUERZO INFERIOR

$w_d =$	300	[mm]	Anchura de la pletina
$t_{fd} =$	28	[mm]	Espesor del ala
$h_d =$	500	[mm]	Altura de la pletina
$t_{wd} =$	14	[mm]	Espesor del alma
$l_d =$	4924	[mm]	Longitud de la pletina
$\alpha =$	11,4	[Deg]	Ángulo de inclinación
Material:	S 235		
$f_{ybu} =$	235,00	[MPa]	Resistencia

## RIGIDIZADOR DEL PILAR

### Superior

$h_{su} =$	444	[mm]	Altura del rigidizador
$b_{su} =$	143	[mm]	Anchura del rigidizador
$t_{hu} =$	8	[mm]	Espesor del rigidizador
Material:	S 275		
$f_{ysu} =$	275,00	[MPa]	Resistencia

### Inferior

$h_{sd} =$	444	[mm]	Altura del rigidizador
$b_{sd} =$	143	[mm]	Anchura del rigidizador
$t_{hd} =$	8	[mm]	Espesor del rigidizador
Material:	S 275		



$f_{ysu} = 275,00$  [MPa] Resistencia

### SOLDADURAS DE ÁNGULO

$a_w = 11$  [mm] Soldadura del alma  
 $a_f = 20$  [mm] Soldadura del ala  
 $a_s = 11$  [mm] Soldadura del rigidizador  
 $a_{fd} = 5$  [mm] Soldadura horizontal

### COEFICIENTES DE MATERIAL

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coeficiente de seguridad parcial [2.2]  
 $\gamma_{M1} = 1,00$  Coeficiente de seguridad parcial [2.2]  
 $\gamma_{M2} = 1,25$  Coeficiente de seguridad parcial [2.2]  
 $\gamma_{M3} = 1,25$  Coeficiente de seguridad parcial [2.2]

### CARGAS

#### Estado límite último

Caso: 37:  $ELU/31=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 6*1.50 (1+2)*1.35+3*1.05+6*1.50$

$M_{b1,Ed} = 411,81$  [kN\*m] Momento flector en la viga derecha  
 $V_{b1,Ed} = 117,46$  [kN] Esfuerzo cortante en la viga derecha  
 $N_{b1,Ed} = -68,64$  [kN] Esfuerzo axial en la viga derecha  
 $M_{c1,Ed} = 411,81$  [kN\*m] Momento flector en el pilar inferior  
 $V_{c1,Ed} = 68,64$  [kN] Esfuerzo cortante en el pilar inferior  
 $N_{c1,Ed} = -118,38$  [kN] Esfuerzo axial en el pilar inferior

### RESULTADOS

#### RESISTENCIAS DE LA VIGA

$N_{cb,Rd} = 6562,55$  [kN] Resistencia de cálculo de la sección a la compresión EN1993-1-1:[6.2.4]  
 $V_{cb,Rd} = 2577,14$  [kN] Resistencia de cálculo de la sección al cortante EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]  
 $V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$   $0,05 < 1,00$  **verificado** (0,05)  
 $M_{b,pl,Rd} = 1324,07$  [kN\*m] Resistencia plástica de la sección en flexión (sin refuerzos) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]  
 $M_{cb,Rd} = 2849,16$  [kN\*m] Resistencia de cálculo de la sección en flexión EN1993-1-1:[6.2.5]  
 $F_{c,fb,Rd} = 2924,79$  [kN] Resistencia del ala comprimida y del alma [6.2.6.7.(1)]  
 $F_{c,wb,Rd,low} = 2887,50$  [kN] Resistencia del ala de la viga [6.2.6.2.(1)]

#### RESISTENCIAS DEL PILAR

$V_{wp,Ed} = 462,92$  [kN] Esfuerzo cortante en el panel del alma [5.3.(3)]  
 $V_{wp,Rd} = 1318,62$  [kN] Resistencia del panel del alma del pilar en cortante [6.2.6.1]  
 $V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$   $0,35 < 1,00$  **verificado** (0,35)  
 $F_{c,wc,Rd} = 1623,92$  [kN] Resistencia del alma del pilar [6.2.6.2.(1)]  
 $F_{c,wc,Rd,upp} = 1623,58$  [kN] Resistencia del alma del pilar [6.2.6.2.(1)]



## RESISTENCIA DE LA UNIÓN A LA COMPRESIÓN

$$N_{j,Rd} = 3247,16 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la unión a la compresión} \quad [6.2]$$

$$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,02 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,02)$$

## RESISTENCIA DE LA UNIÓN A LA FLEXIÓN

### TABLA RACAPITULATIVA DE ESFUERZOS

Nr	h <sub>j</sub>	F <sub>tj,Rd</sub>	F <sub>t,fc,Rd</sub>	F <sub>t,wc,Rd</sub>	F <sub>t,ep,Rd</sub>	F <sub>t,wb,Rd</sub>	F <sub>t,Rd</sub>	B <sub>p,Rd</sub>
1	878	165,60	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
2	778	146,74	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
3	678	127,89	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
4	578	109,03	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
5	378	71,32	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
6	278	52,46	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
7	178	33,60	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68
8	78	14,75	165,60	734,24	165,60	1009,81	165,60	544,68

### Resistencia de la unión a la flexión M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{ij,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 458,12 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistencia de la unión a la flexión} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,90 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,90)$$

## RESISTENCIA DE LA UNIÓN AL CORTANTE

$$V_{j,Rd} = 641,40 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la unión al cortante} \quad [\text{Tabla 3.4}]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,18 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,18)$$

## RESISTENCIA DE LAS SOLDADURAS

$$\sqrt{[\sigma_{\perp \max}^2 + 3*(\tau_{\perp \max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 81,38 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,20)$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 82,08 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,20)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0.9 * f_u / \gamma_{M2} \quad 40,69 < 309,60 \quad \text{verificado} \quad (0,13)$$

## RIGIDEZ DE LA UNIÓN

$$S_{j,ini} = 270046,04 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez inicial en rotación} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 120484,65 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez final en rotación} \quad [6.3.1.(4)]$$

### Clase de la unión respecto a la rigidez.

$$S_{j,rig} = 228523,08 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión rígida} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 4570,46 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión articulada} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,ini} \geq S_{j,rig} \text{ RÍGIDA}$$

## COMPONENTE MÁS DÉBIL:

PLETINA DE TOPE EN TRACCIÓN



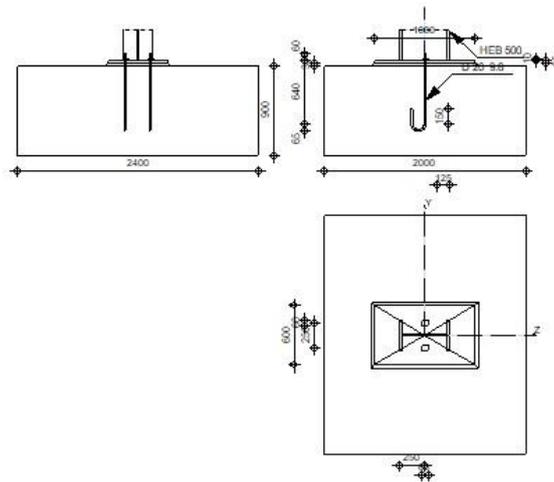
**Unión conforme con la Norma**

Relación

0,90

### 3.2 UNIÓN TIPO 2: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE PÓRTICO INTERNO

	Robot Structural Analysis Professional 2023	
	<b>Cálculo de la base de columna articulada</b> Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete	



#### GENERAL

Unión N.º: 2  
Nombre de la unión: Pié de pilar articulado  
Nudo de la estructura: 73  
Barras de la estructura: 51

#### GEOMETRÍA

##### PILAR

Perfil: HEB 500  
Barra N.º: 51  
 $L_c = 6,00$  [m] Longitud del pilar  
Material: S 275

##### CHAPA DEBAJO DE LA BASE DEL PILAR

$l_{pd} = 1000$  [mm] Longitud  
 $b_{pd} = 600$  [mm] Anchura  
 $t_{pd} = 25$  [mm] Espesor  
Material: S 235  
 $f_{ypd} = 235,00$  [MPa] Resistencia  
 $f_{upd} = 360,00$  [MPa] Límite de resistencia del material

##### ANCLAJE



El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase = 9.8	Clase de anclajes
$f_{yb} = 720,00$ [MPa]	Límite de plasticidad del material del tornillo
$f_{ub} = 900,00$ [MPa]	Resistencia del material del tornillo a la tracción
$d = 20$ [mm]	Diámetro del tornillo
$A_s = 2,45$ [cm <sup>2</sup> ]	Area de la sección eficaz del tornillo
$A_v = 3,14$ [cm <sup>2</sup> ]	Area de la sección del tornillo
$n = 2$	Número de líneas de tornillos
$e_v = 250$ [mm]	Separación vertical

#### **Dimensiones de los anclajes**

$L_1 = 60$ [mm]
$L_2 = 640$ [mm]
$L_3 = 130$ [mm]
$L_4 = 150$ [mm]

#### **Plaqueta**

$l_{wd} = 60$ [mm]	Longitud
$b_{wd} = 60$ [mm]	Anchura
$t_{wd} = 10$ [mm]	Espesor

#### **COEFICIENTES DE MATERIAL**

$\gamma_{M0} = 1,00$	Coefficiente de seguridad parcial
$\gamma_{M2} = 1,25$	Coefficiente de seguridad parcial
$\gamma_C = 1,50$	Coefficiente de seguridad parcial

#### **CIMENTACIÓN**

$L = 2000$ [mm]	Longitud de la cimentación
$B = 2400$ [mm]	Anchura de la cimentación
$H = 900$ [mm]	Altura de la cimentación

#### **Hormigón**

Clase C20/25	
$f_{ck} = 20,00$ [MPa]	Resistencia característica a la compresión

#### **Capa de arena**

$t_g = 30$ [mm]	Espesor de la capa de arena
$f_{ck,g} = 12,00$ [MPa]	Resistencia característica a la compresión
$C_{f,d} = 0,30$	Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

#### **SOLDADURAS**

$a_p = 11$ [mm]	Pletina principal del pie del pilar
-----------------	-------------------------------------

#### **CARGAS**



Caso: 37:  $ELU/31=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 6*1.50 (1+2)*1.35+3*1.05+6*1.50$

$N_{j,Ed} = -140,19$  [kN]      Esfuerzo axial  
 $V_{j,Ed,y} = -0,00$  [kN]      Esfuerzo cortante  
 $V_{j,Ed,z} = 68,64$  [kN]      Esfuerzo cortante

## RESULTADOS

### ZONA COMPRIMIDA

#### COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$c = 50$  [mm] Anchura adicional de la zona de apoyo [6.2.5.(4)]  
 $f_{jd} = 26,67$  [MPa] Resistencia de cálculo al apoyo [6.2.5.(7)]  
 $F_{c,Rd,n} = 3799,59$  [kN] Resistencia del hormigón al apoyo en compresión [6.2.8.2.(1)]

#### RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$   
 $N_{j,Rd} = 3799,59$  [kN] Resistencia del pié del pilar a la compresión axial [6.2.8.2.(1)]

### CONTROL DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$  (6.24)       $0,04 < 1,00$       **verificado** (0,04)

### CIZALLAMIENTO

#### APOYO DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

$F_{1,vb,Rd,y} = 360,00$  [kN] Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base [6.2.2.(7)]  
 $F_{1,vb,Rd,z} = 360,00$  [kN] Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base [6.2.2.(7)]

#### CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$F_{2,vb,Rd} = 56,10$  [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)]  
 $F_{v,Rd,sm} = 26,93$  [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo CEB [9.3.1]

#### RUPTURA DEL HORMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

$F_{v,Rd,cp} = 467,89$  [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

#### DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

$F_{v,Rd,c,y} = 102,77$  [kN] Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]  
 $F_{v,Rd,c,z} = 183,83$  [kN] Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]

#### DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

$F_{f,Rd} = 42,06$  [kN] Resistencia al deslizamiento [6.2.2.(6)]

#### CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$V_{j,Rd,y} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$   
 $V_{j,Rd,y} = 95,91$  [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]  
 $V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$        $0,00 < 1,00$       **verificado** (0,00)

$V_{j,Rd,z} = n_b * \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$   
 $V_{j,Rd,z} = 95,91$  [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]



$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	$0,72 < 1,00$	verificado (0,72)
$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$	$0,72 < 1,00$	verificado (0,72)

### SOLDADURAS ENTRE EL PILAR Y LA PLETINA DE BASE

$\sigma_{\perp} =$	3,28 [MPa]	Tensión normal en la soldadura	[4.5.3.(7)]
$\tau_{\perp} =$	3,28 [MPa]	Tensión tangente perpendicular	[4.5.3.(7)]
$\tau_{yII} =$	-0,00 [MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,y}$	[4.5.3.(7)]
$\tau_{zII} =$	7,03 [MPa]	Tensión tangente paralela a $V_{j,Ed,z}$	[4.5.3.(7)]
$\beta_W =$	0,80	Coficiente dependiente de la resistencia	[4.5.3.(7)]
$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$ (4.1)	$0,01 < 1,00$	verificado (0,01)	
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	$0,02 < 1,00$	verificado (0,02)	
$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_W \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$ (4.1)	$0,04 < 1,00$	verificado (0,04)	

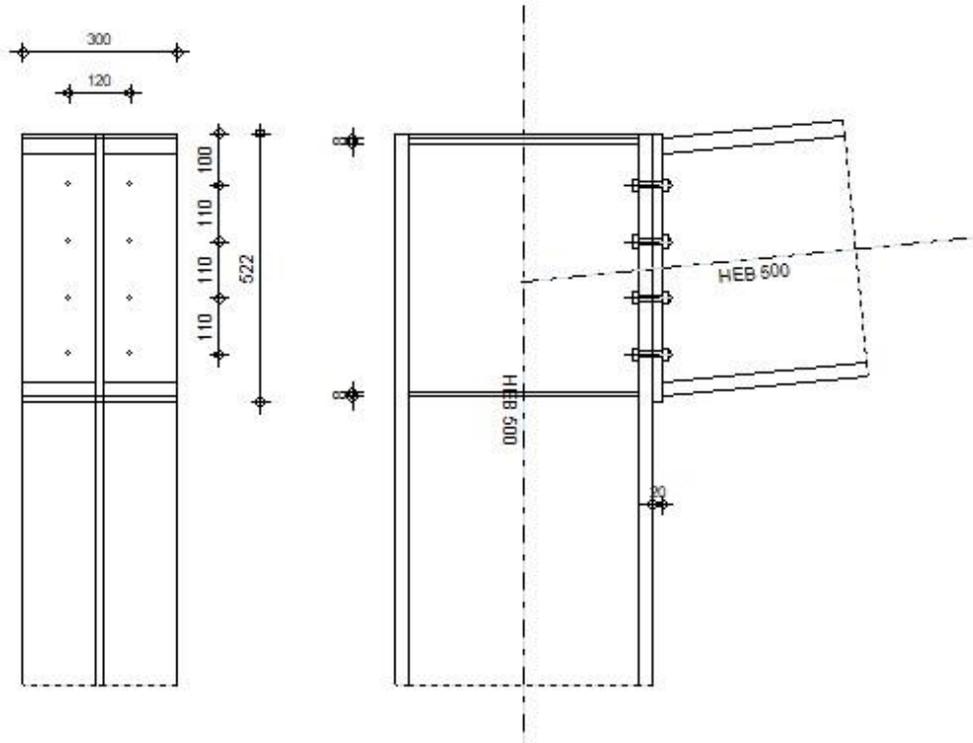
### COMPONENTE MÁS DÉBIL:

CIMENTACIÓN - APOYO EN HORMIGÓN

<b>Unión conforme con la Norma</b>	Relación	0,72
------------------------------------	----------	------

### 3.3 UNIÓN TIPO 3: DINTEL – POSTE DE ESQUINA

	Robot Structural Analysis Professional 2023	
	<b>Cálculo del empotramiento Viga - Columna</b> EN 1993-1-8:2005/AC:2009	



#### GENERAL

Unión N.º: 3  
Nombre de la unión: Ángulo de pórtico  
Nudo de la estructura: 7  
Barras de la estructura: 3, 625

#### GEOMETRÍA

##### PILAR

Perfil: HEB 500  
Barra N.º: 3  
 $\alpha = -90,0$  [Deg] Ángulo de inclinación  
Material: S 275  
 $f_{yc} = 275,00$  [MPa] Resistencia



## **VIGA**

Perfil:	HEB 500	
Barra N.º:	625	
$\alpha =$	5,7 [Deg]	Ángulo de inclinación
Material:	S 275	
$f_{yb} =$	275,00 [MPa]	Resistencia

## **TORNILLOS**

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

$d =$	12 [mm]	Diámetro del tornillo
Clase =	5.6	Clase del tornillo
$F_{tRd} =$	30,35 [kN]	Resistencia de tornillo a la tracción
$n_h =$	2	Número de columnas de tornillos
$n_v =$	4	Número de líneas de tornillos
$h_1 =$	100 [mm]	Distancia entre el primer tornillo y el borde vertical de la pletina de tope
Separación horizontal $e_i =$	120 [mm]	
Separación vertical $p_i =$	110;110;110 [mm]	

## **PLETINA**

$h_p =$	522 [mm]	Altura de la pletina
$b_p =$	300 [mm]	Anchura de la pletina
$t_p =$	20 [mm]	Espesor de la pletina
Material:	S 275	
$f_{yp} =$	275,00 [MPa]	Resistencia

## **RIGIDIZADOR DEL PILAR**

### **Superior**

$h_{su} =$	444 [mm]	Altura del rigidizador
$b_{su} =$	143 [mm]	Anchura del rigidizador
$t_{hu} =$	8 [mm]	Espesor del rigidizador
Material:	S 275	
$f_{ysu} =$	275,00 [MPa]	Resistencia

### **Inferior**

$h_{sd} =$	444 [mm]	Altura del rigidizador
$b_{sd} =$	143 [mm]	Anchura del rigidizador
$t_{hd} =$	8 [mm]	Espesor del rigidizador
Material:	S 275	
$f_{ysu} =$	275,00 [MPa]	Resistencia

## **SOLDADURAS DE ÁNGULO**



$a_w =$	11	[mm]	Soldadura del alma
$a_f =$	20	[mm]	Soldadura del ala
$a_s =$	11	[mm]	Soldadura del rigidizador

### COEFICIENTES DE MATERIAL

$\gamma_{M0} =$	1,00	Coficiente de seguridad parcial	[2.2]
$\gamma_{M1} =$	1,00	Coficiente de seguridad parcial	[2.2]
$\gamma_{M2} =$	1,25	Coficiente de seguridad parcial	[2.2]
$\gamma_{M3} =$	1,25	Coficiente de seguridad parcial	[2.2]

### **CARGAS**

#### Estado límite último

Caso 21:  $ELU/15=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.05 + 4*1.50 + 6*0.75$   
:  $(1+2)*1.35+3*1.05+4*1.50+6*0.75$

$M_{b1,Ed} =$	27,29	[kN*m]	Momento flector en la viga derecha
$V_{b1,Ed} =$	18,83	[kN]	Esfuerzo cortante en la viga derecha
$N_{b1,Ed} =$	-3,91	[kN]	Esfuerzo axil en la viga derecha
$M_{c1,Ed} =$	27,51	[kN*m]	Momento flector en el pilar inferior
$V_{c1,Ed} =$	3,91	[kN]	Esfuerzo cortante en el pilar inferior
$N_{c1,Ed} =$	-21,31	[kN]	Esfuerzo axil en el pilar inferior

### **RESULTADOS**

#### RESISTENCIAS DE LA VIGA

$N_{cb,Rd} = 6562,55$	[kN]	Resistencia de cálculo de la sección a la compresión EN1993-1-1:[6.2.4]
$V_{cb,Rd} = 1426,05$	[kN]	Resistencia de cálculo de la sección al cortante EN1993-1-1:[6.2.6.(2)]
$V_{b1,Ed} / V_{cb,Rd} \leq 1,0$	$0,01 < 1,00$	<b>verificado</b> (0,01)
$M_{b,pl,Rd} = 1324,07$	[kN*m]	Resistencia plástica de la sección en flexión (sin refuerzos) EN1993-1-1:[6.2.5.(2)]
$M_{cb,Rd} = 1299,71$	[kN*m]	Resistencia de cálculo de la sección en flexión EN1993-1-1:[6.2.5]
$F_{c,fb,Rd} = 2739,96$	[kN]	Resistencia del ala comprimida y del alma [6.2.6.7.(1)]

#### RESISTENCIAS DEL PILAR

$V_{wp,Ed} = 77,52$	[kN]	Esfuerzo cortante en el panel del alma [5.3.(3)]
$V_{wp,Rd} = 1354,19$	[kN]	Resistencia del panel del alma del pilar en cortante [6.2.6.1]
$V_{wp,Ed} / V_{wp,Rd} \leq 1,0$	$0,06 < 1,00$	<b>verificado</b> (0,06)
$F_{c,wc,Rd} = 1623,58$	[kN]	Resistencia del alma del pilar [6.2.6.2.(1)]
$F_{c,wc,Rd,upp} = 1623,58$	[kN]	Resistencia del alma del pilar [6.2.6.2.(1)]

#### RESISTENCIA DE LA UNIÓN A LA COMPRESIÓN

$N_{j,Rd} = 3247,16$	[kN]	Resistencia de la unión a la compresión [6.2]
$N_{b1,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$	$0,00 < 1,00$	<b>verificado</b> (0,00)



## RESISTENCIA DE LA UNIÓN A LA FLEXIÓN

### TABLA RACAPITULATIVA DE ESFUERZOS

Nr	h <sub>j</sub>	F <sub>tj,Rd</sub>	F <sub>t,fc,Rd</sub>	F <sub>t,wc,Rd</sub>	F <sub>t,ep,Rd</sub>	F <sub>t,wb,Rd</sub>	F <sub>t,Rd</sub>	B <sub>p,Rd</sub>
1	398	60,70	60,70	734,24	60,70	1009,81	60,70	466,87
2	288	43,94	60,70	734,24	60,70	1009,81	60,70	466,87
3	178	27,18	60,70	734,24	60,70	1009,81	60,70	466,87
4	68	10,42	60,70	734,24	60,70	1009,81	60,70	466,87

### Resistencia de la unión a la flexión M<sub>j,Rd</sub>

$$M_{j,Rd} = \sum h_j F_{tj,Rd}$$

$$M_{j,Rd} = 42,42 \text{ [kN*m]} \quad \text{Resistencia de la unión a la flexión} \quad [6.2]$$

$$M_{b1,Ed} / M_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,64 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,64)$$

## RESISTENCIA DE LA UNIÓN AL CORTANTE

$$V_{j,Rd} = 151,10 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la unión al cortante} \quad [\text{Tabla 3.4}]$$

$$V_{b1,Ed} / V_{j,Rd} \leq 1,0 \quad 0,12 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,12)$$

## RESISTENCIA DE LAS SOLDADURAS

$$\sqrt{[\sigma_{\perp \max}^2 + 3*(\tau_{\perp \max}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 15,79 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,04)$$

$$\sqrt{[\sigma_{\perp}^2 + 3*(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]} \leq f_u / (\beta_w * \gamma_{M2}) \quad 15,03 < 404,71 \quad \text{verificado} \quad (0,04)$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 * f_u / \gamma_{M2} \quad 7,90 < 309,60 \quad \text{verificado} \quad (0,03)$$

## RIGIDEZ DE LA UNIÓN

$$S_{j,ini} = 52984,80 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez inicial en rotación} \quad [6.3.1.(4)]$$

$$S_j = 52984,80 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez final en rotación} \quad [6.3.1.(4)]$$

### Clase de la unión respecto a la rigidez.

$$S_{j,rig} = 292509,55 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión rígida} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} = 18281,85 \text{ [kN*m]} \quad \text{Rigidez de la unión articulada} \quad [5.2.2.5]$$

$$S_{j,pin} \leq S_{j,ini} < S_{j,rig} \quad \text{SEMI-RÍGIDA}$$

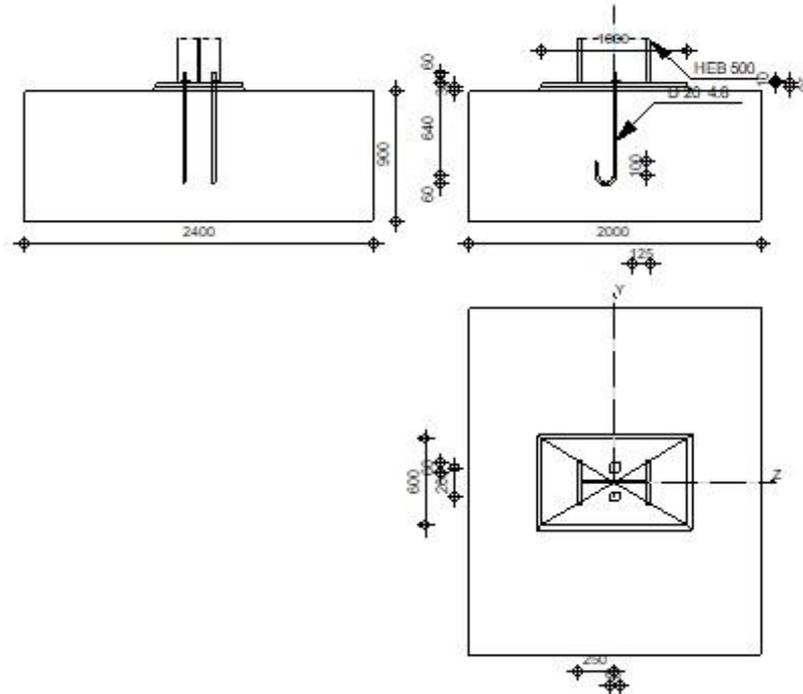
## COMPONENTE MÁS DÉBIL:

RUPTURA DE TORNILLOS

**Unión conforme con la Norma** Relación 0,64

### 3.4 UNIÓN TIPO 4: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE ESQUINA

	Robot Structural Analysis Professional 2023	
	<b>Cálculo de la base de columna articulada</b> Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete	



#### GENERAL

Unión N.º: 4  
 Nombre de la unión: Pié de pilar articulado  
 Nudo de la estructura: 6  
 Barras de la estructura: 3

#### GEOMETRÍA

##### PILAR

Perfil: HEB 500  
 Barra N.º: 3  
 $L_c = 6,00$  [m] Longitud del pilar  
 Material: S 275

##### CHAPA DEBAJO DE LA BASE DEL PILAR

$l_{pd} = 1000$  [mm] Longitud  
 $b_{pd} = 600$  [mm] Anchura



## **CHAPA DEBAJO DE LA BASE DEL PILAR**

$l_{pd} = 1000$  [mm] Longitud

$t_{pd} = 25$  [mm] Espesor

Material: S 235

$f_{ypd} = 235,00$  [MPa] Resistencia

$f_{upd} = 360,00$  [MPa] Límite de resistencia del material

## **ANCLAJE**

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase = 4.8 Clase de anclajes

$f_{yb} = 320,00$  [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo

$f_{ub} = 400,00$  [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción

$d = 20$  [mm] Diámetro del tornillo

$A_s = 2,45$  [cm<sup>2</sup>] Area de la sección eficaz del tornillo

$A_v = 3,14$  [cm<sup>2</sup>] Area de la sección del tornillo

$n = 2$  Número de líneas de tornillos

$e_v = 200$  [mm] Separación vertical

### **Dimensiones de los anclajes**

$L_1 = 60$  [mm]

$L_2 = 640$  [mm]

$L_3 = 120$  [mm]

$L_4 = 100$  [mm]

### **Plaqueta**

$l_{wd} = 60$  [mm] Longitud

$b_{wd} = 60$  [mm] Anchura

$t_{wd} = 10$  [mm] Espesor

## **COEFICIENTES DE MATERIAL**

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_{M2} = 1,25$  Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_C = 1,50$  Coeficiente de seguridad parcial

## **CIMENTACIÓN**

$L = 2000$  [mm] Longitud de la cimentación

$B = 2400$  [mm] Anchura de la cimentación

$H = 900$  [mm] Altura de la cimentación

### **Hormigón**

Clase C20/25

$f_{ck} = 20,00$  [MPa] Resistencia característica a la compresión



### Capa de arena

$t_g = 30$  [mm] Espesor de la capa de arena

$f_{ck,g} = 12,00$  [MPa] Resistencia característica a la compresión

$C_{f,d} = 0,30$  Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

### SOLDADURAS

$a_p = 11$  [mm] Pletina principal del pie del pilar

### CARGAS

Caso:  $36: ELU/30=1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.50 (1+2)*1.00+5*1.50$

$N_{j,Ed} = -0,70$  [kN] Esfuerzo axial

$V_{j,Ed,y} = 13,70$  [kN] Esfuerzo cortante

$V_{j,Ed,z} = -1,73$  [kN] Esfuerzo cortante

### RESULTADOS

#### ZONA COMPRIMIDA

##### COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$c = 50$  [mm] Anchura adicional de la zona de apoyo [6.2.5.(4)]

$f_{jd} = 26,67$  [MPa] Resistencia de cálculo al apoyo [6.2.5.(7)]

$F_{c,Rd,n} = 3799,59$  [kN] Resistencia del hormigón al apoyo en compresión [6.2.8.2.(1)]

##### RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$

$N_{j,Rd} = 3799,59$  [kN] Resistencia del pie del pilar a la compresión axial [6.2.8.2.(1)]

#### CONTROL DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN

$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0$  (6.24)  $0,00 < 1,00$  **verificado** (0,00)

#### CIZALLAMIENTO

##### APOYO DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE

$F_{1,vb,Rd,y} = 360,00$  [kN] Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base [6.2.2.(7)]

$F_{1,vb,Rd,z} = 360,00$  [kN] Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base [6.2.2.(7)]

##### CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$F_{2,vb,Rd} = 34,58$  [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - sin efecto de brazo [6.2.2.(7)]

$F_{v,Rd,sm} = 11,97$  [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo CEB [9.3.1]

##### RUPTURA DEL HORMIGÓN POR EFECTO DE PALANCA

$F_{v,Rd,cp} = 467,89$  [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

##### DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

$F_{v,Rd,c,y} = 101,99$  [kN] Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]

$F_{v,Rd,c,z} = 189,37$  [kN] Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]



### DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

$F_{f,Rd} = 0,21$  [kN] Resistencia al deslizamiento [6.2.2.(6)]

### CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{f,Rd}$

$V_{j,Rd,y} = 24,15$  [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$   $0,57 < 1,00$  **verificado** (0,57)

$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{f,Rd}$

$V_{j,Rd,z} = 24,15$  [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   $0,07 < 1,00$  **verificado** (0,07)

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   $0,64 < 1,00$  **verificado** (0,64)

### SOLDADURAS ENTRE EL PILAR Y LA PLETINA DE BASE

$\sigma_{\perp} = 0,02$  [MPa] Tensión normal en la soldadura [4.5.3.(7)]

$\tau_{\perp} = 0,02$  [MPa] Tensión tangente perpendicular [4.5.3.(7)]

$\tau_{yII} = 1,06$  [MPa] Tensión tangente paralela a  $V_{j,Ed,y}$  [4.5.3.(7)]

$\tau_{zII} = -0,18$  [MPa] Tensión tangente paralela a  $V_{j,Ed,z}$  [4.5.3.(7)]

$\beta_w = 0,80$  Coeficiente dependiente de la resistencia [4.5.3.(7)]

$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$  (4.1)  $0,00 < 1,00$  **verificado** (0,00)

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2))} / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$  (4.1)  $0,01 < 1,00$  **verificado** (0,01)

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{\perp}^2))} / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2})) \leq 1.0$  (4.1)  $0,00 < 1,00$  **verificado** (0,00)

### COMPONENTE MÁS DÉBIL:

TORNILLA DE ANCLAJE CONTRA EL CIZALLAMIENTO - CON EFECTO DE PALANCA

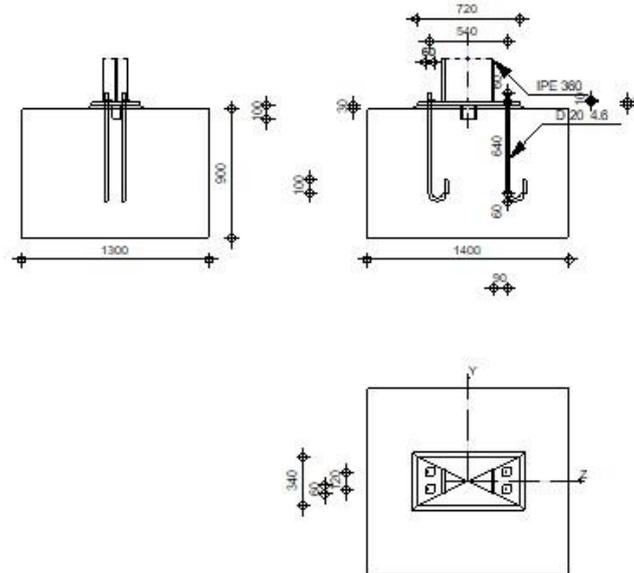
**Unión conforme con la Norma**

Relación

0,64

### 3.5 UNIÓN TIPO 5: POSTE – PLACA DE ANCLAJE DE FACHADA

	Robot Structural Analysis Professional 2023 <b>Cálculo de la base de columna empotrada</b> Eurocode 3: EN 1993-1-8:2005/AC:2009 + CEB Design Guide: Design of fastenings in concrete	
		Relación <b>0,70</b>



#### GENERAL

Unión N.º: 5  
 Nombre de la unión: Pié de pilar engastado  
 Nudo de la estructura: 502  
 Barras de la estructura: 565

#### GEOMETRÍA

##### PILAR

Perfil: IPE 360  
 Barra N.º: 565  
 $L_c = 7,84$  [m] Longitud del pilar  
 Material: S 275

##### CHAPA DEBAJO DE LA BASE DEL PILAR

$l_{pd} = 720$  [mm] Longitud  
 $b_{pd} = 340$  [mm] Anchura  
 $t_{pd} = 25$  [mm] Espesor



Material: S 235

$f_{ypd} = 235,00$  [MPa] Resistencia

$f_{upd} = 360,00$  [MPa] Límite de resistencia del material

## **ANCLAJE**

El plano de corte atraviesa la parte NO FILETEADA de un tornillo.

Clase = 4.6 Clase de anclajes

$f_{yb} = 240,00$  [MPa] Límite de plasticidad del material del tornillo

$f_{ub} = 400,00$  [MPa] Resistencia del material del tornillo a la tracción

$d = 20$  [mm] Diámetro del tornillo

$A_s = 2,45$  [cm<sup>2</sup>] Area de la sección eficaz del tornillo

$A_v = 3,14$  [cm<sup>2</sup>] Area de la sección del tornillo

$n_H = 2$  Número de columnas de tornillos

$n_V = 2$  Número de líneas de tornillos

Separación horizontal  $e_{Hi} = 540$  [mm]

Separación vertical  $e_{Vi} = 120$  [mm]

### **Dimensiones de los anclajes**

$L_1 = 60$  [mm]

$L_2 = 640$  [mm]

$L_3 = 120$  [mm]

$L_4 = 100$  [mm]

### **Plaqueta**

$l_{wd} = 60$  [mm] Longitud

$b_{wd} = 60$  [mm] Anchura

$t_{wd} = 10$  [mm] Espesor

## **CHAVETA**

Perfil: IPE 100

$l_w = 100$  [mm] Longitud

Material: S 235

$f_{yw} = 235,00$  [MPa] Resistencia

## **COEFICIENTES DE MATERIAL**

$\gamma_{M0} = 1,00$  Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_{M2} = 1,25$  Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_C = 1,50$  Coeficiente de seguridad parcial

## **CIMENTACIÓN**

$L = 1400$  [mm] Longitud de la cimentación

$B = 1300$  [mm] Anchura de la cimentación



$L = 1400$  [mm] Longitud de la cimentación  
 $H = 900$  [mm] Altura de la cimentación

### Hormigón

Clase C20/25  
 $f_{ck} = 20,00$  [MPa] Resistencia característica a la compresión

### Capa de arena

$t_g = 30$  [mm] Espesor de la capa de arena  
 $f_{ck,g} = 12,00$  [MPa] Resistencia característica a la compresión  
 $C_{f,d} = 0,30$  Coef. de rozamiento entre la pletina de base y el hormigón

## SOLDADURAS

$a_p = 5$  [mm] Pletina principal del pie del pilar  
 $a_w = 4$  [mm] Chaveta

## CARGAS

Caso: 36:  $ELU/30 = 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 5 \cdot 1.50 (1+2) \cdot 1.00 + 5 \cdot 1.50$

$N_{j,Ed} = -21,83$  [kN] Esfuerzo axial  
 $V_{j,Ed,y} = -0,04$  [kN] Esfuerzo cortante  
 $V_{j,Ed,z} = -17,73$  [kN] Esfuerzo cortante  
 $M_{j,Ed,y} = 33,17$  [kN\*m] Momento flector  
 $M_{j,Ed,z} = -0,03$  [kN\*m] Momento flector

## RESULTADOS

### ZONA COMPRIMIDA

#### COMPRESIÓN DE HORMIGÓN

$c = 48$  [mm] Anchura adicional de la zona de apoyo [6.2.5.(4)]  
 $f_{jd} = 26,67$  [MPa] Resistencia de cálculo al apoyo [6.2.5.(7)]  
 $F_{c,Rd,n} = 2192,22$  [kN] Resistencia del hormigón al apoyo en compresión [6.2.8.2.(1)]  
 $F_{c,Rd,y} = 766,14$  [kN] Resistencia del hormigón al apoyo en flexión  $M_y$  [6.2.8.3.(1)]  
 $F_{c,Rd,z} = 766,14$  [kN] Resistencia del hormigón al apoyo en flexión  $M_z$  [6.2.8.3.(1)]

#### ALA Y ALMA DEL PILAR EN COMPRESIÓN

$F_{c,fc,Rd,y} = 807,04$  [kN] Resistencia del ala comprimida y del alma [6.2.6.7.(1)]  
 $F_{c,fc,Rd,z} = 395,87$  [kN] Resistencia del ala comprimida y del alma [6.2.6.7.(1)]

#### RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA COMPRIMIDA

$N_{j,Rd} = F_{c,Rd,n}$   
 $N_{j,Rd} = 2192,22$  [kN] Resistencia del pie del pilar a la compresión axial [6.2.8.2.(1)]  
 $F_{c,Rd,y} = \min(F_{c,Rd,y}, F_{c,fc,Rd,y})$   
 $F_{c,Rd,y} = 766,14$  [kN] Resistencia del pie del pilar en la zona comprimida [6.2.8.3]



$$F_{C,Rd,z} = \min(F_{c,Rd,z}, F_{c,fc,Rd,z})$$

$$F_{C,Rd,z} = 395,87 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del pié del pilar en la zona comprimida [6.2.8.3]}$$

## **ZONA TRACCIONADA**

### **RUPTURA DE TORNILLO DE ANCLAJE**

$$F_{t,Rd,s1} = 59,98 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del tornillo a la ruptura} \quad \text{[Tabla 3.4]}$$

$$F_{t,Rd,s2} = 49,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del tornillo a la ruptura} \quad \text{CEB [9.2.2]}$$

$$F_{t,Rd,s} = \min(F_{t,Rd,s1}, F_{t,Rd,s2})$$

$$F_{t,Rd,s} = 49,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del tornillo a la ruptura}$$

### **ARRANCAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE DEL HORMIGÓN**

$$F_{t,Rd,p} = 88,96 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de cálculo para el arrancamiento EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

### **RUPTURA DEL CONO DE HORMIGÓN**

$$N_{Rk,c}^0 = 261,65 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia característica del anclaje} \quad \text{CEB [9.2.4]}$$

$$F_{t,Rd,c} = 52,99 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de cálculo del anclaje a la ruptura del cono de hormigón} \quad \text{EN 1992-1:[8.4.2.(2)]}$$

### **ROTURA DEL BETÓN**

$$N_{Rk,c}^0 = 505,33 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de cálculo para el arrancamiento} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

$$F_{t,Rd,sp} = 79,07 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de cálculo del anclaje a la rotura del hormigón} \quad \text{CEB [9.2.5]}$$

### **RESISTENCIA DEL ANCLAJE A LA TRACCIÓN**

$$F_{t,Rd} = \min(F_{t,Rd,s}, F_{t,Rd,p}, F_{t,Rd,c}, F_{t,Rd,sp})$$

$$F_{t,Rd} = 49,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del anclaje a la tracción}$$

### **FLEXIÓN DE LA PLETINA DE BASE**

$$F_{t,pl,Rd,y} = 98,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la pletina en tracción} \quad \text{[6.2.4]}$$

$$F_{t,pl,Rd,z} = 98,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la pletina en tracción} \quad \text{[6.2.4]}$$

### **RESISTENCIA DEL PIÉ DEL PILAR EN LA ZONA TRACCIONADA**

$$F_{T,Rd,y} = F_{t,pl,Rd,y}$$

$$F_{T,Rd,y} = 98,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la cimentación en la zona traccionada [6.2.8.3]}$$

$$F_{T,Rd,z} = F_{t,pl,Rd,z}$$

$$F_{T,Rd,z} = 98,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia de la cimentación en la zona traccionada [6.2.8.3]}$$

## **CONTROL DE LA RESISTENCIA DE LA UNIÓN**

$$N_{j,Ed} / N_{j,Rd} \leq 1,0 \text{ (6.24)} \quad 0,01 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,01)$$

$$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} \leq 1,0 \text{ (6.23)} \quad 0,68 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,68)$$

$$M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0 \text{ (6.23)} \quad 0,03 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,03)$$

$$M_{j,Ed,y} / M_{j,Rd,y} + M_{j,Ed,z} / M_{j,Rd,z} \leq 1,0 \quad 0,70 < 1,00 \quad \text{verificado} \quad (0,70)$$

## **CIZALLAMIENTO**

### **APOYO DEL TORNILLO DE ANCLAJE EN LA PLETINA DE BASE**

$$F_{1,vb,Rd,y} = 360,00 \text{ [kN]} \quad \text{Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base} \quad \text{[6.2.2.(7)]}$$



$F_{1,vb,Rd,z} = 360,00$  [kN] Resistencia del tornillo de anclaje al apoyo en la pletina de base [6.2.2.(7)]

#### CIZALLAMIENTO DEL TORNILLO DE ANCLAJE

$F_{v,Rd,sm} = 3,91$  [kN] Resistencia del tornillo al cizallamiento - con efecto de brazo CEB [9.3.1]

$F_{v,Rd,cp} = 105,97$  [kN] Resistencia del hormigón al efecto de palanca CEB [9.3.1]

#### DESTRUCCIÓN DEL BORDE DEL HORMIGÓN

$F_{v,Rd,c,y} = 64,87$  [kN] Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]

$F_{v,Rd,c,z} = 87,55$  [kN] Resistencia del hormigón debido a la destrucción del borde CEB [9.3.1]

#### DESPLAZAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

$F_{f,Rd} = 6,55$  [kN] Resistencia al deslizamiento [6.2.2.(6)]

#### CONTACTO CUÑA - HORMIGÓN

$F_{v,Rd,wg,y} = 186,67$  [kN] Resistencia al contacto cuña - hormigón

$F_{v,Rd,wg,z} = 102,67$  [kN] Resistencia al contacto cuña - hormigón

#### CONTROL DEL CIZALLAMIENTO

$V_{j,Rd,y} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,y}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,y}) + F_{v,Rd,wg,y} + F_{f,Rd}$

$V_{j,Rd,y} = 208,86$  [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} \leq 1,0$   $0,00 < 1,00$  **verificado** (0,00)

$V_{j,Rd,z} = n_b \cdot \min(F_{1,vb,Rd,z}, F_{2,vb,Rd}, F_{v,Rd,sm}, F_{v,Rd,cp}, F_{v,Rd,c,z}) + F_{v,Rd,wg,z} + F_{f,Rd}$

$V_{j,Rd,z} = 124,86$  [kN] Resistencia de la unión al cortante CEB [9.3.1]

$V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   $0,14 < 1,00$  **verificado** (0,14)

$V_{j,Ed,y} / V_{j,Rd,y} + V_{j,Ed,z} / V_{j,Rd,z} \leq 1,0$   $0,14 < 1,00$  **verificado** (0,14)

#### SOLDADURAS ENTRE EL PILAR Y LA PLETINA DE BASE

$\sigma_{\perp} = 34,91$  [MPa] Tensión normal en la soldadura [4.5.3.(7)]

$\tau_{\perp} = 34,91$  [MPa] Tensión tangente perpendicular [4.5.3.(7)]

$\tau_{yII} = -0,01$  [MPa] Tensión tangente paralela a  $V_{j,Ed,y}$  [4.5.3.(7)]

$\tau_{zII} = -5,30$  [MPa] Tensión tangente paralela a  $V_{j,Ed,z}$  [4.5.3.(7)]

$\beta_w = 0,80$  Coeficiente dependiente de la resistencia [4.5.3.(7)]

$\sigma_{\perp} / (0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}) \leq 1.0$  (4.1)  $0,13 < 1,00$  **verificado** (0,13)

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{yII}^2 + \tau_{zII}^2)) / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$  (4.1)  $0,19 < 1,00$  **verificado** (0,19)

$\sqrt{(\sigma_{\perp}^2 + 3.0 (\tau_{zII}^2 + \tau_{yII}^2)) / (f_u / (\beta_w \cdot \gamma_{M2}))} \leq 1.0$  (4.1)  $0,18 < 1,00$  **verificado** (0,18)

#### RIGIDEZ DE LA UNIÓN

##### Flexión debida al momento $M_{j,Ed,y}$

$S_{j,ini,y} = 48097,18$  [kN\*m] Rigidez inicial en rotación [Tabla 6.12]

$S_{j,rig,y} = 6325,82$  [kN\*m] Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]

$S_{j,ini,y} \geq S_{j,rig,y}$  RÍGIDA [5.2.2.5.(2)]

##### Flexión debida al momento $M_{j,Ed,z}$

$S_{j,ini,z} = 35143,55$  [kN\*m] Rigidez inicial en rotación [6.3.1.(4)]



$S_{j,rig,z} = 7372,11$  [kN\*m] Rigidez de la unión rígida [5.2.2.5]

$S_{j,ini,z} \geq S_{j,rig,z}$  RÍGIDA [5.2.2.5.(2)]

### **COMPONENTE MÁS DÉBIL:**

TORNILLO DE ANCLAJE CONTRA AL CIZALLAMIENTO

**Unión conforme con la Norma** Relación 0,70

# ANEJO N°14: FOTOGRAFÍAS



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	2
2	ACCESOS Y CONEXIONES TERRESTRES .....	2
3	FOTOGRAFÍAS ZONA DEL EMPLAZAMIENTO .....	5
4	FOTOGRAFÍAS REFERENTES A LA FÁBRICA A LA QUE SE PRESTA SERVICIO .....	6

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente Anejo tiene como objeto mostrar de forma visual el estado actual de la zona donde va a realizarse la construcción de la nave industrial objeto del proyecto, para así poder comprender mejor su finalidad.

## 2 ACCESOS Y CONEXIONES TERRESTRES

La Imagen A14.1 ilustra la localización a la parcela del proyecto desde la Autovía A-67. En el acceso de la Imagen A14.2 tenemos un paso subterráneo bajo la estación de tren de Los Corrales de Buelna, podemos ver la zona indicada en un círculo rojo. Se muestra una visión del paso en la Imagen A14.3.

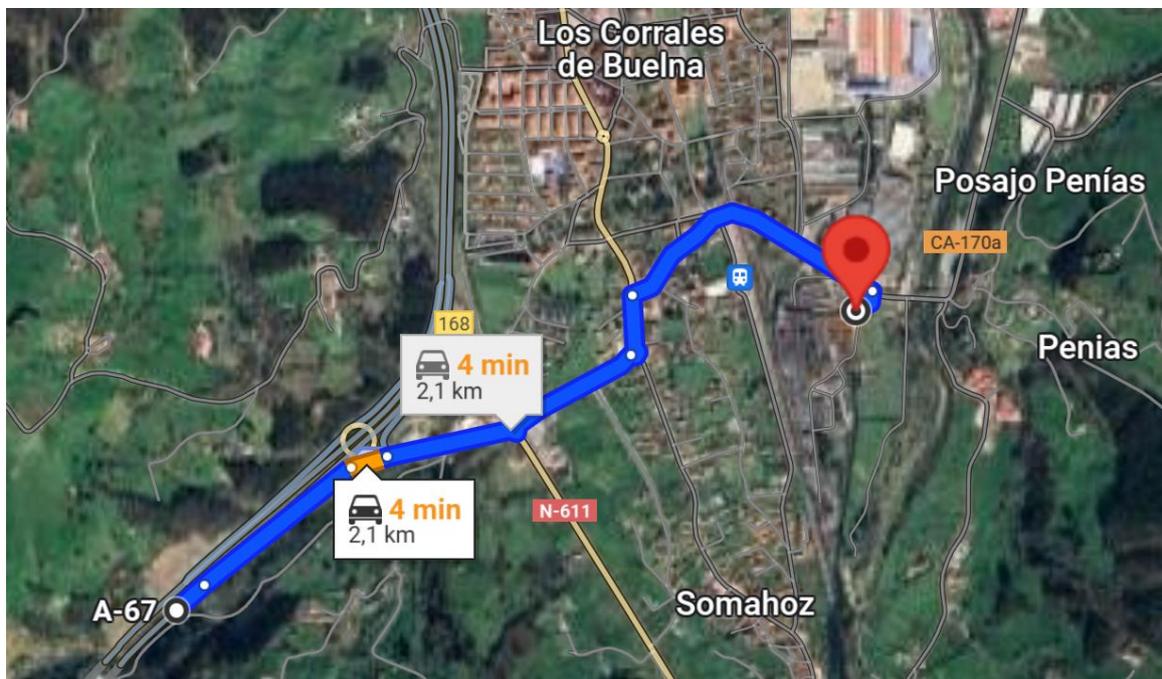


IMAGEN A14.1: ACCESO A LA FACTORÍA DESDE LA A-67 (PALENCIA-SANTANDER).

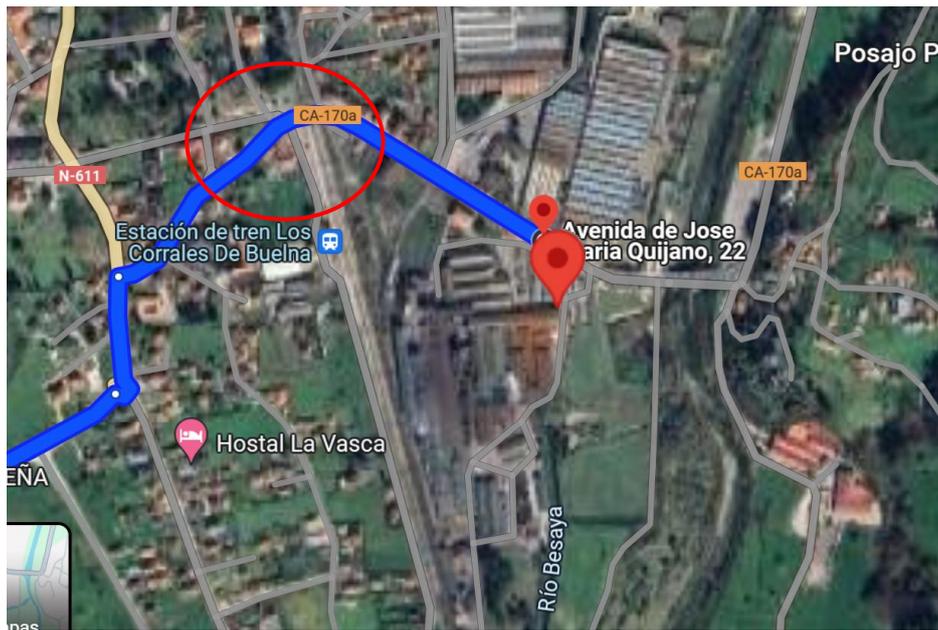


IMAGEN A14.2: ACCESO POR AVENIDA JOSE MARÍA QUIJANO. LOS CORRALES DE BUELNA (CANTABRIA)



IMAGEN A14.3: PASO SUBTERRÁNEO BAJO LA ESTACIÓN DE FERROCARRIL

El presente paso subterráneo tiene un gálibo a 4,50 m como podemos ver en la Imagen A14.4.



IMAGEN A14.4: PASO SUBTERRÁNEO CON GÁLIBO

En la Imagen A14.5 podemos apreciar la desembocadura de dicho paso subterráneo, coincidiendo con la rotonda de acceso a nuestra parcela.



IMAGEN A14.5: SALIDA DEL PASO SUBTERRÁNEO

En la Imagen A14.6, a la derecha, se puede apreciar la entrada de la parcela objeto del presente proyecto.



IMAGEN A14.6: ROTONDA A LA SALIDA DEL PASO SUBTERRÁNEO

### 3 FOTOGRAFÍAS ZONA DEL EMPLAZAMIENTO

En este apartado se van a mostrar una serie de imágenes de la parcela donde se situará el presente proyecto. En la Imagen A14.7 podemos apreciar en rojo la superficie ocupada por la parcela y en la Imagen A14.8 una vista satélite de esta.



IMAGEN A14.7: PARCELA OCUPADA POR LA NAVE INDUSTRIAL OBJETO DEL PROYECTO

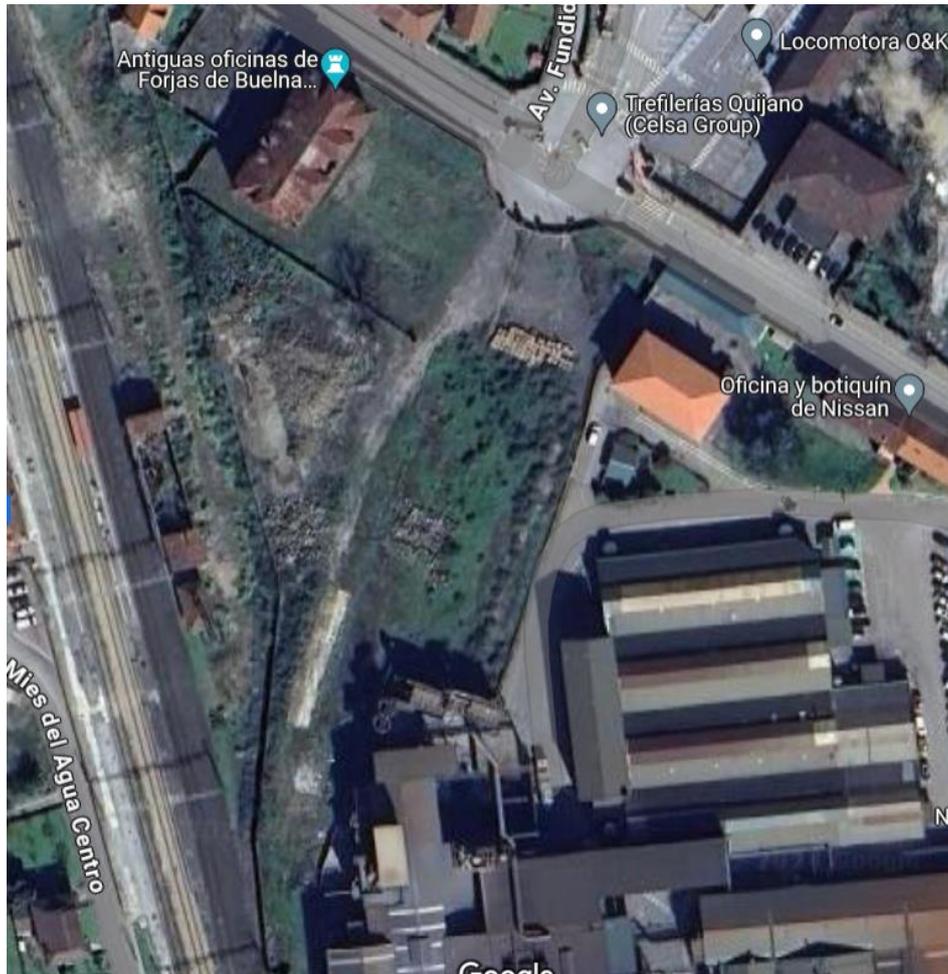


IMAGEN A14.8: PARCELA EN VISIÓN SATÉLITE

#### 4 FOTOGRAFÍAS REFERENTES A LA FÁBRICA A LA QUE SE PRESTA SERVICIO

En el presente apartado se van a exponer unas imágenes sobre la fábrica Nissan Motor Ibérica S.A, por la cual se ha diseñado este proyecto.

En la Imagen A14.9 podemos observar en rojo el perímetro de la factoría Nissan Motor Ibérica S.A y en amarillo la parcela en la que se construirá la nave objeto del presente proyecto.



IMAGEN A14.9: PERÍMETRO FACTORÍA NISSAN MOTOR IBÉRICA S.A.

Podemos distinguir en la Imagen A14.10 la ruta de acceso a las dos zonas en las que se divide la factoría. Estas se encuentran unidas mediante la calle José María Quijano. Se dispone de un paso de peatones que conecta el control de acceso de personal de la zona de fundición (Imagen A14.13) con el de la zona de mecanizado (Imagen A14.14). La zona de acceso a fundición (Imagen A14.11) cuenta, además, con control de acceso de vehículos con báscula de camiones (Imagen A14.12). Desde dicho control puede dirigirse el tráfico de la calle. Es decir, cuando un camión tiene que trasladar mercancía de fundición a mecanización, o viceversa, se controla el semáforo de la calle, cortando el paso a la circulación.



IMAGEN A14.10: RUTA DE ACCESO A LAS FACTORÍAS NISSAN MOTOR IBÉRICA S.A



IMAGEN A14.11: ACCESO A NISSAN MOTOR IBÉRICA ZONA SUR (FUNDICIÓN)

Por la zona de fundición saldrá el “trenecito” que transportará las piezas mecanizadas hasta la planta de mecanizado, la cual se encuentra al otro lado de la carretera.



IMAGEN A14.12: CONTROL DE ACCESO VEHÍCULOS CON CONTROL POR BÁSCULA



IMAGEN A14.13: CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL MEDIANTE TORNO



IMAGEN A14.14: ACCESO A NISSAN MOTOR IBÉRICA ZONA NORTE (MECANIZACIÓN)



IMAGEN A14.15: ACCESO PEATONAL ZONA NORTE (MECANIZACIÓN)

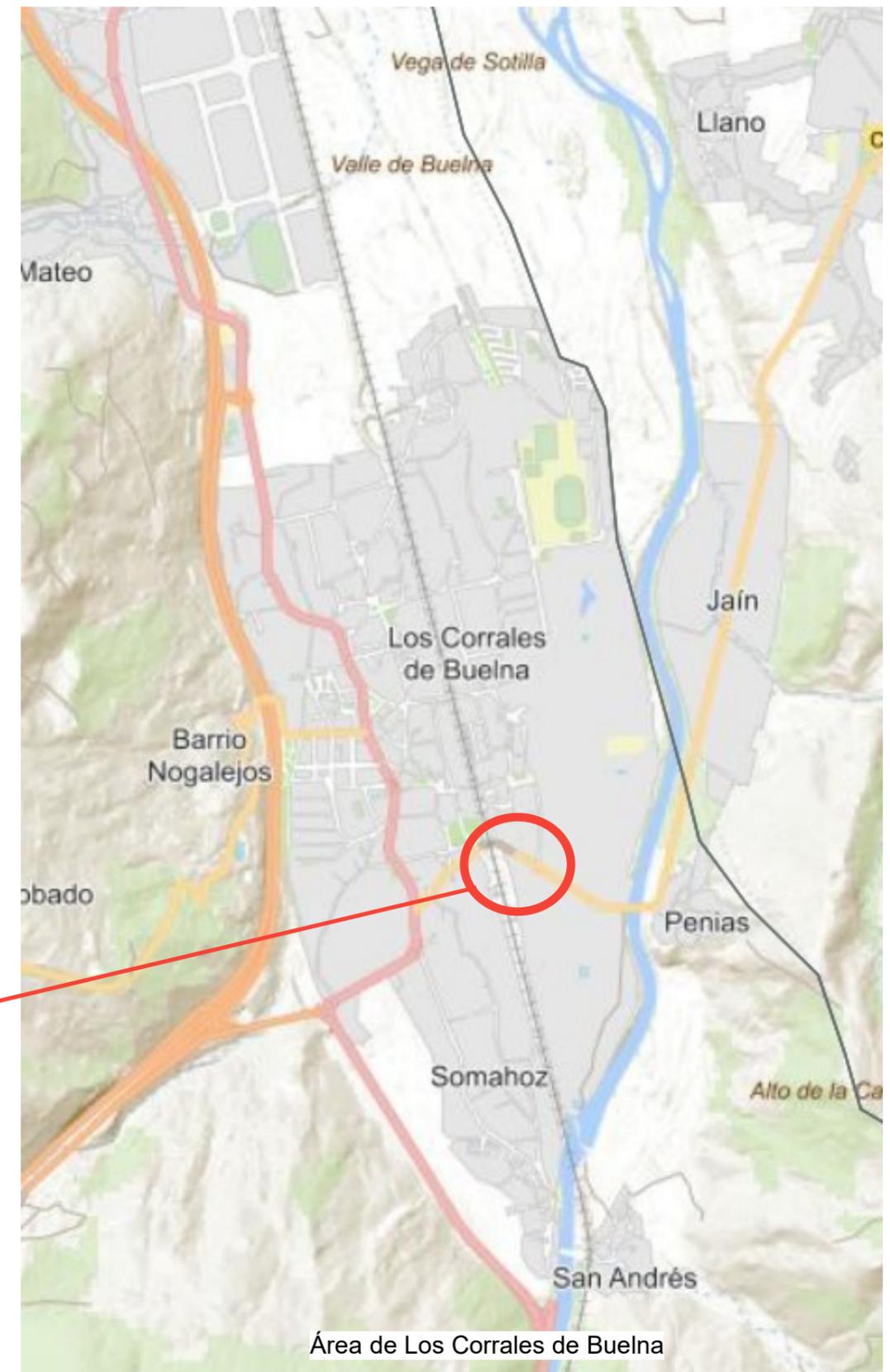
DOCUMENTO N°2:  
PLANOS



## 1 PLANOS DEL PROYECTO

Los planos que definen geoméricamente el presente proyecto son:

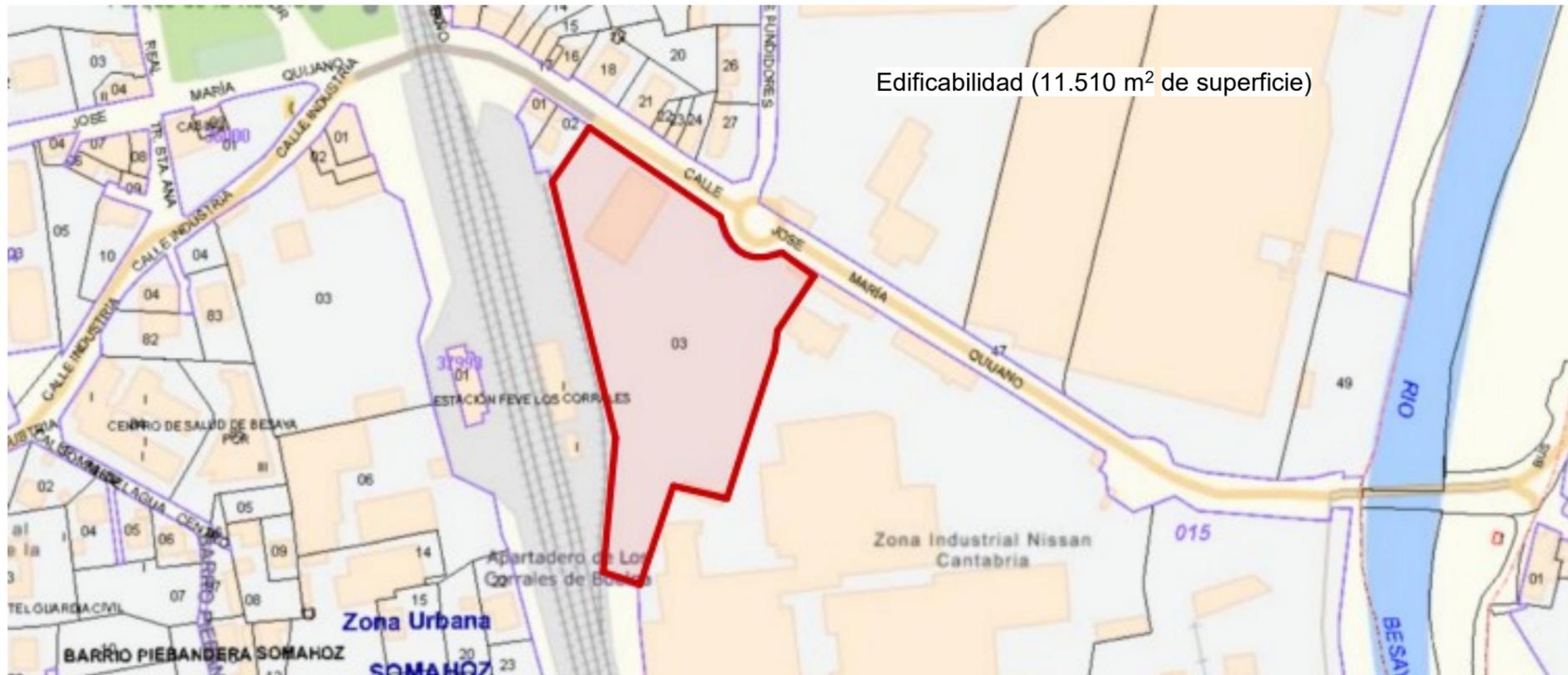
- Situación de la nave industrial.
- Parcela y edificabilidad.
- Distribución de los espacios.
- Cimentaciones.
- Vista 3D general de la estructura.
- Planta, alzado y perfil de la estructura.
- Vista 3D de la estructura con cerramientos y solera.
- Forjado de oficinas.
- Uniones de pórtico de fachada.
- Uniones de pórtico interior.



Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Situación de la nave industrial	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha	12/08/24
Escala	Sin escala
Nº Plano	1

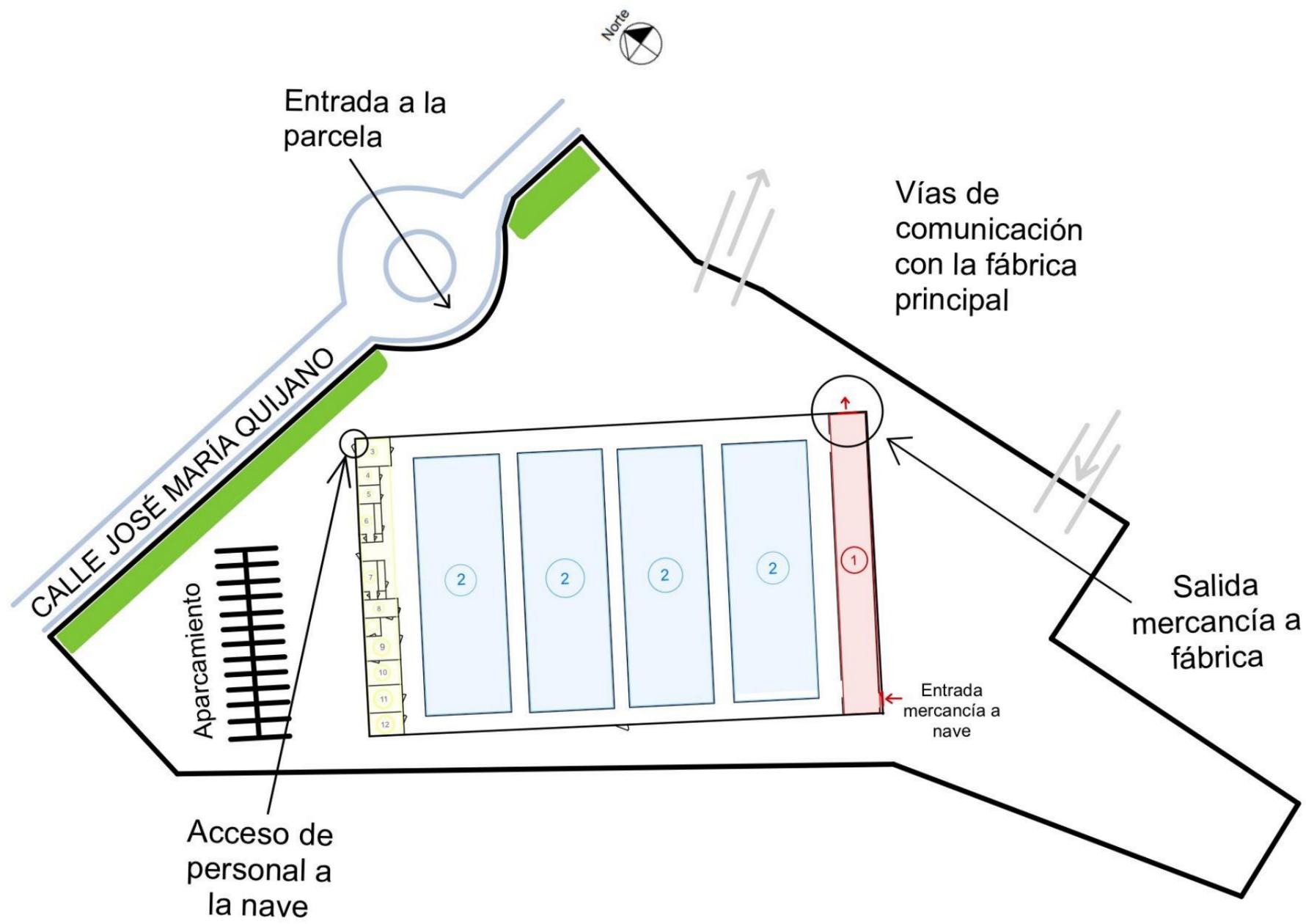


Fotografía aérea de la parcela

Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Parcela y edificabilidad	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha	12/08/24
Escala	Sin escala
Nº Plano	2



Distribución de los espacios interiores (planta superior)

- LEYENDA:
- 1- Zona de carga y descarga
  - 2- Líneas de mecanizado
  - 3- Vestíbulo
  - 4- Oficina del supervisor
  - 5- Oficina del responsable de línea
  - 6- Vestuario femenino
  - 7- Vestuario masculino
  - 8- Taller de afilado
  - 9- Taller de mantenimiento
  - 10- Almacén de herramientas
  - 11- Área de calidad
  - 12- Área de descanso
  - 13- Aseo femenino
  - 14- Aseo masculino
  - 15- Área de trabajo

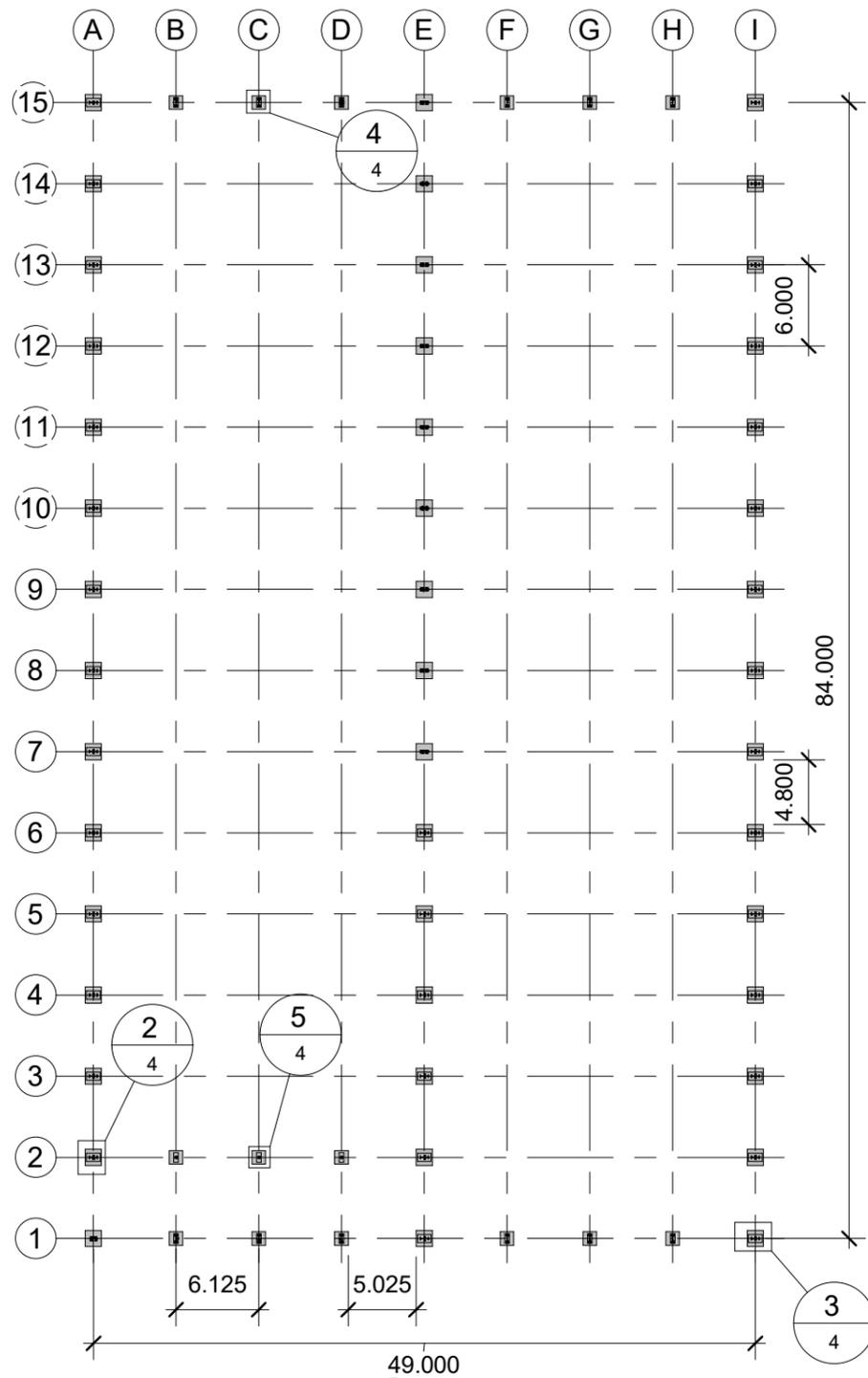
Distribución de los espacios interiores (planta inferior) y exteriores de la nave

Universidad de Cantabria  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales  
y de Telecomunicación

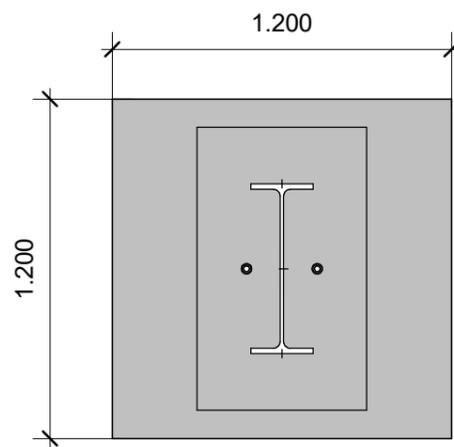
Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Distribución de los espacios	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

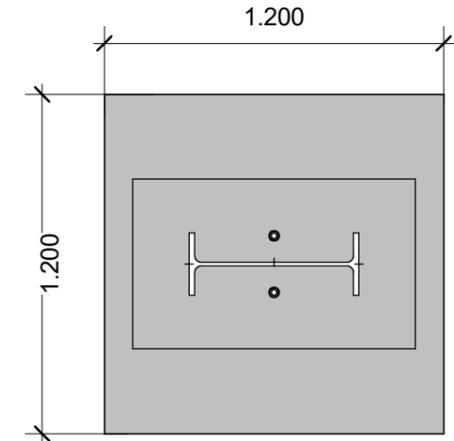
Fecha	12/08/24
Escala	Sin escala
Nº Plano	3



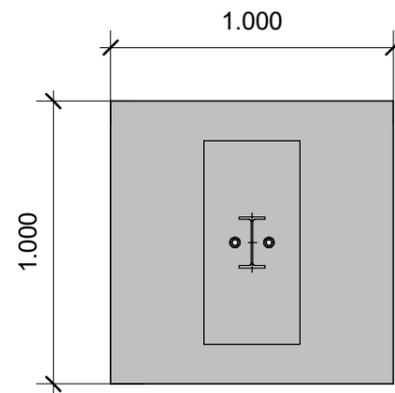
1 **Planta cimentaciones**  
1 : 500



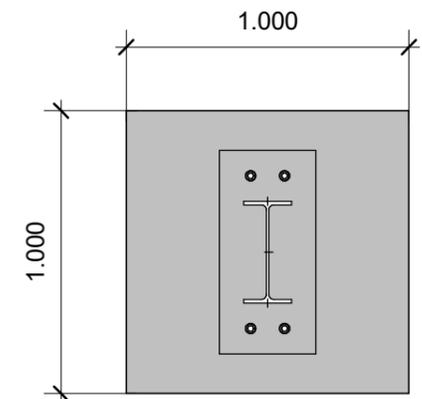
2 **Zap T1 - Poste interior**  
1 : 25



3 **Zap T2 - Poste esquina**  
1 : 25



5 **Zap T3 - forjado**  
1 : 25



4 **Zap T4 - Poste fachada**  
1 : 25

Nota: Cotas en metros

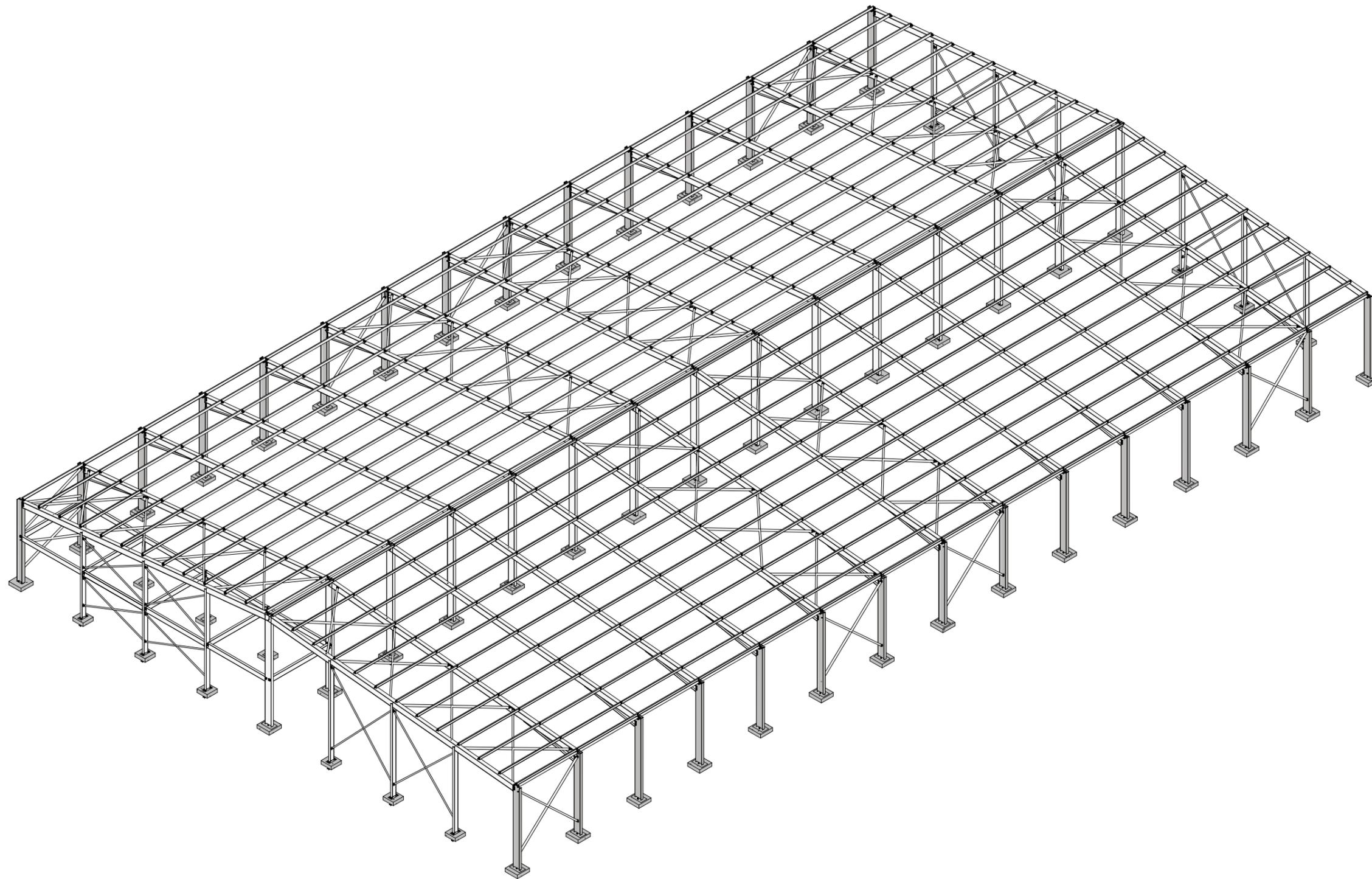


Universidad de Cantabria  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales  
y de Telecomunicación

Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Cimentaciones	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha	12/08/24
Escala	Como se indica
Nº Plano	4



1 Vista general 3D

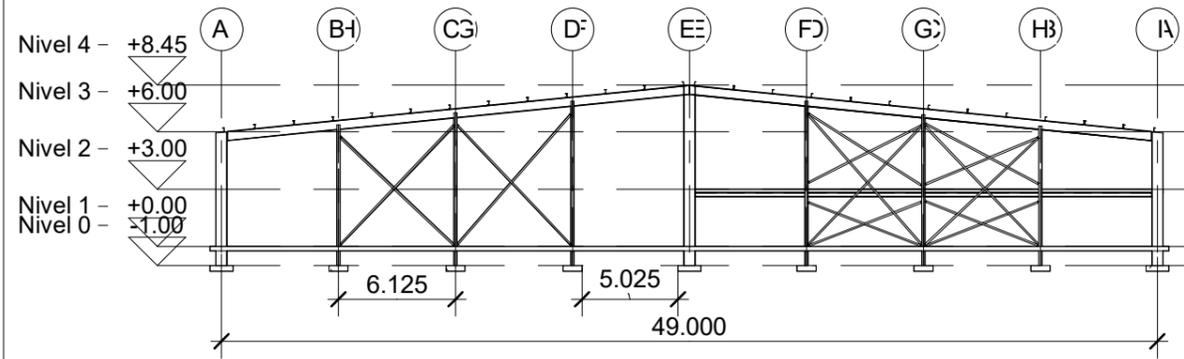


Universidad de Cantabria  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales  
y de Telecomunicación

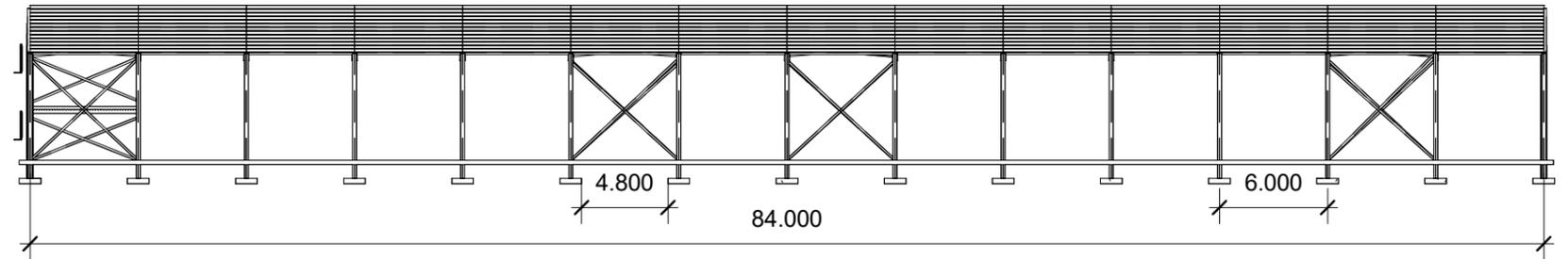
Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Vista general 3D de la estructura	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

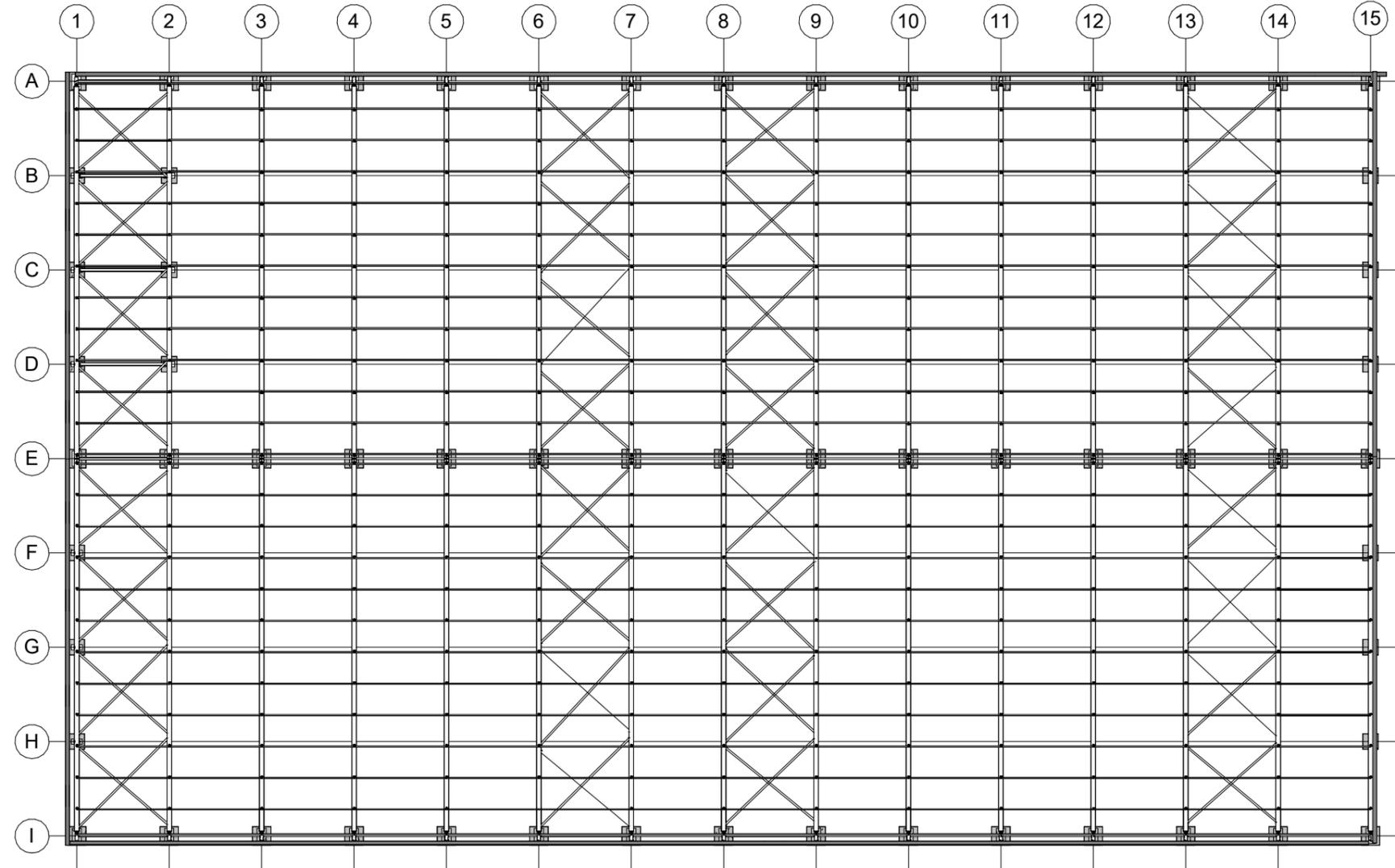
Fecha	16/08/24
Escala	1:300
Nº Plano	5



1 Perfil  
1 : 370



2 Alzado  
1 : 370



Nota: Cotas en metros

3 Planta  
1 : 370

Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"

Planta, alzado y perfil de la estructura

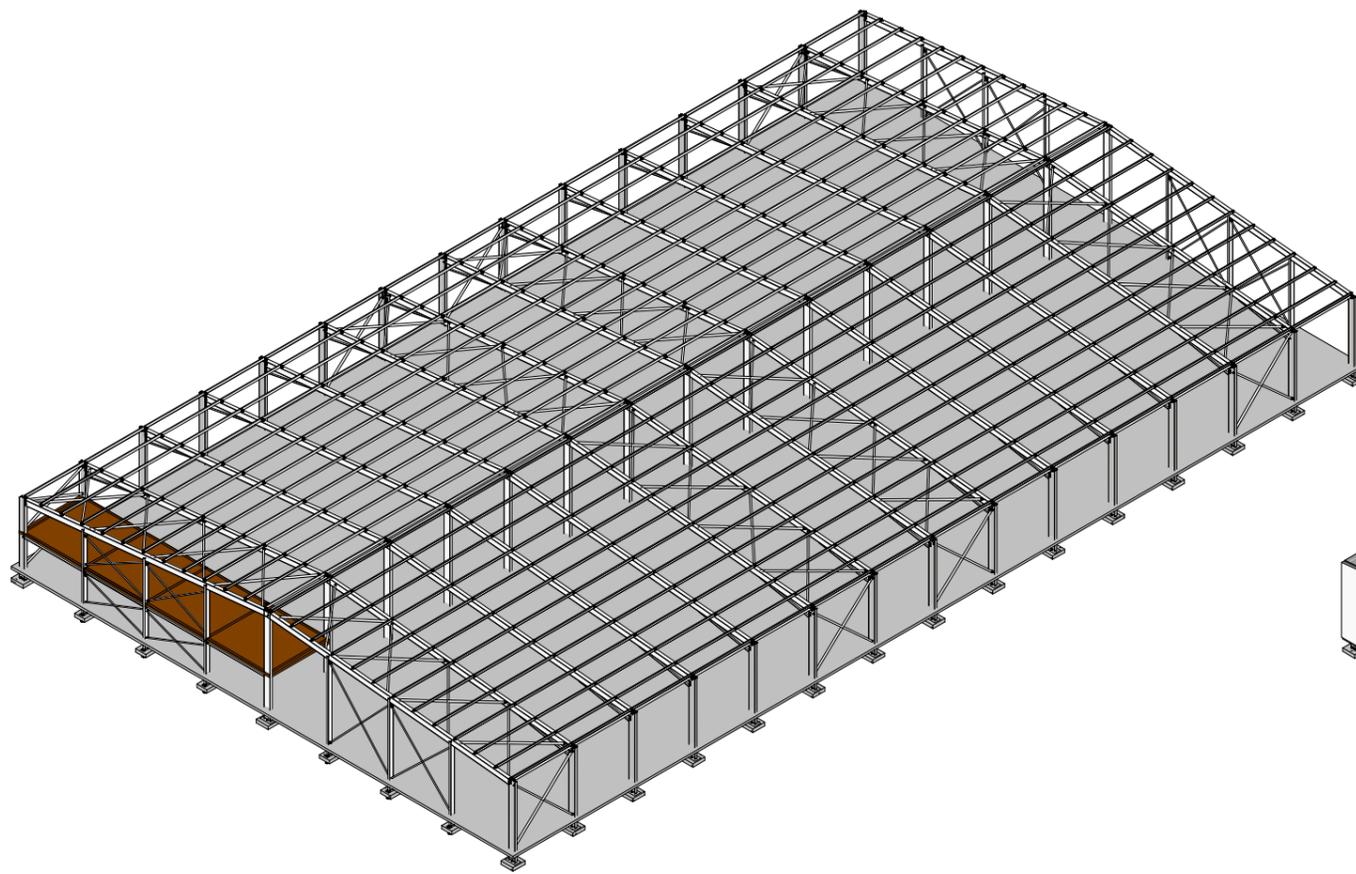
Desarrollado por Clara Hernández Herrera

Comprobado por Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

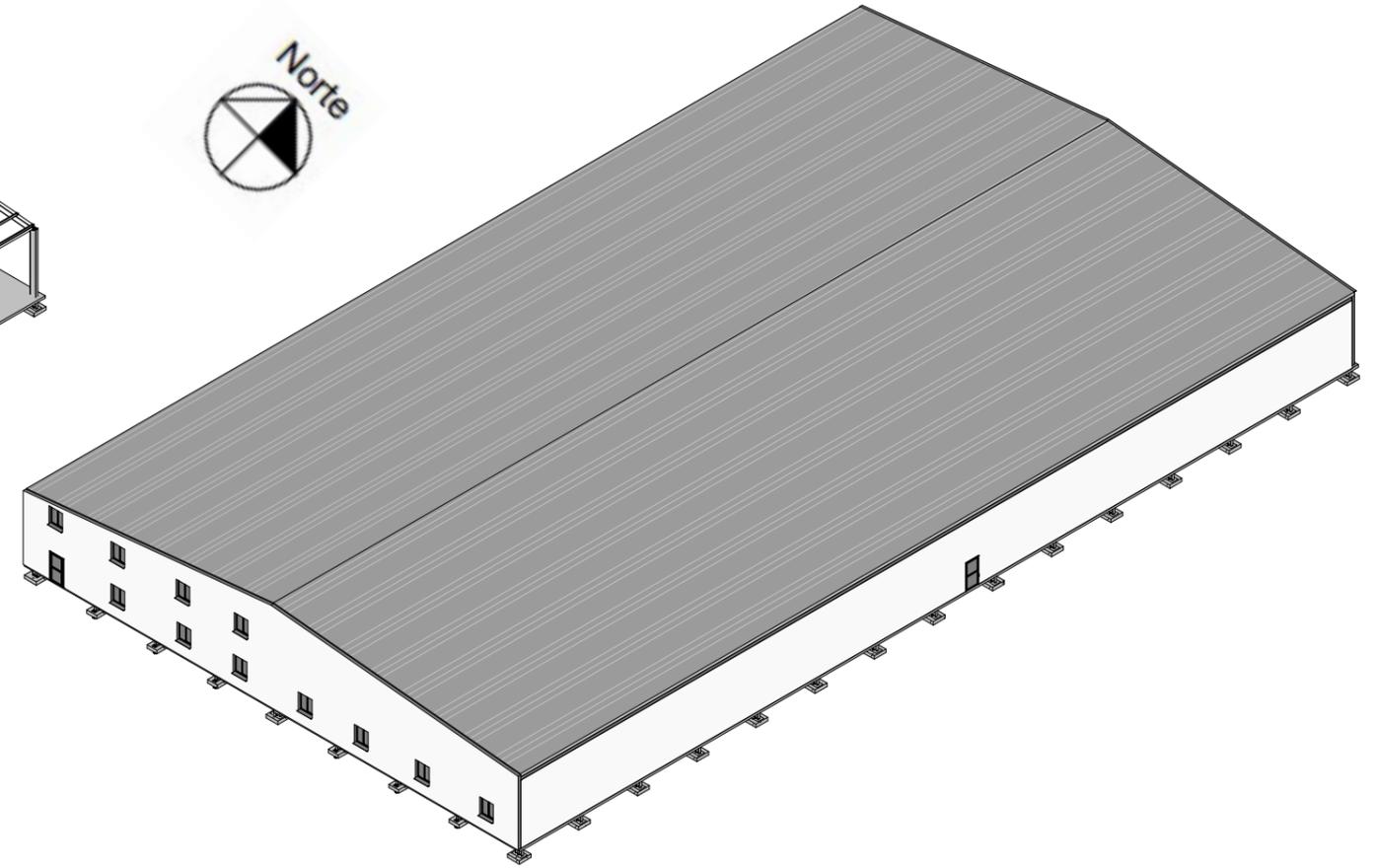
Fecha 18/08/24

Escala Como se indica

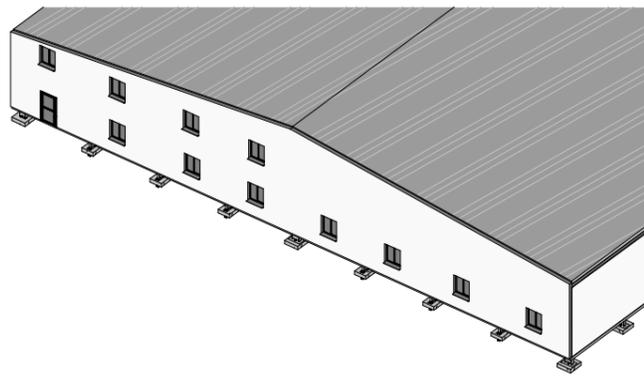
Nº Plano 6



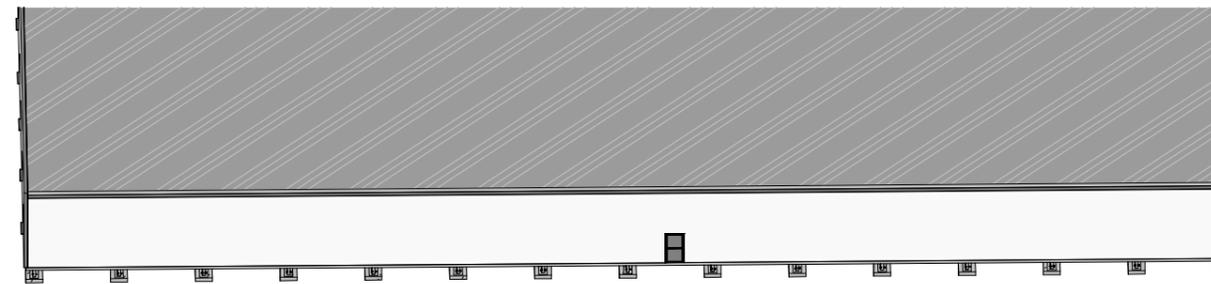
1 Estructura+Solera



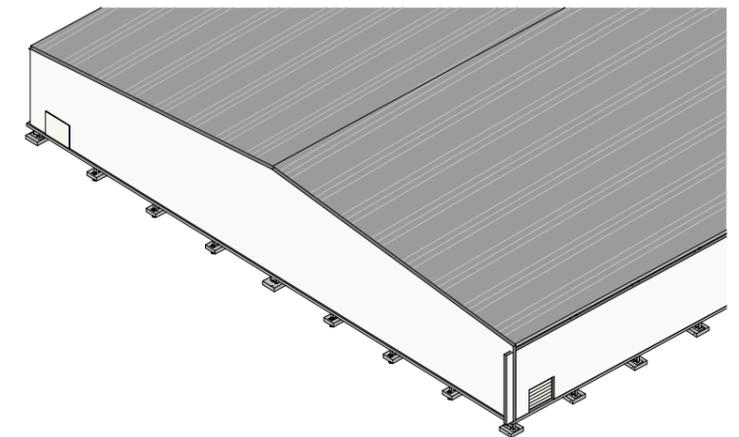
2 Estructura+Cerramientos



3 Detalle acceso Sur



4 Detalle acceso Este



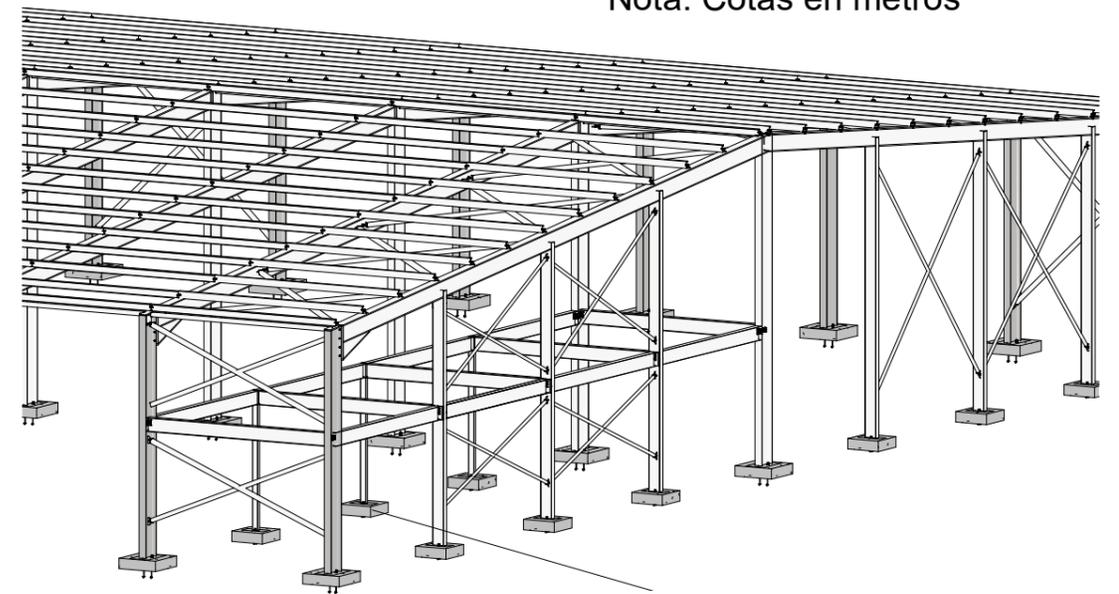
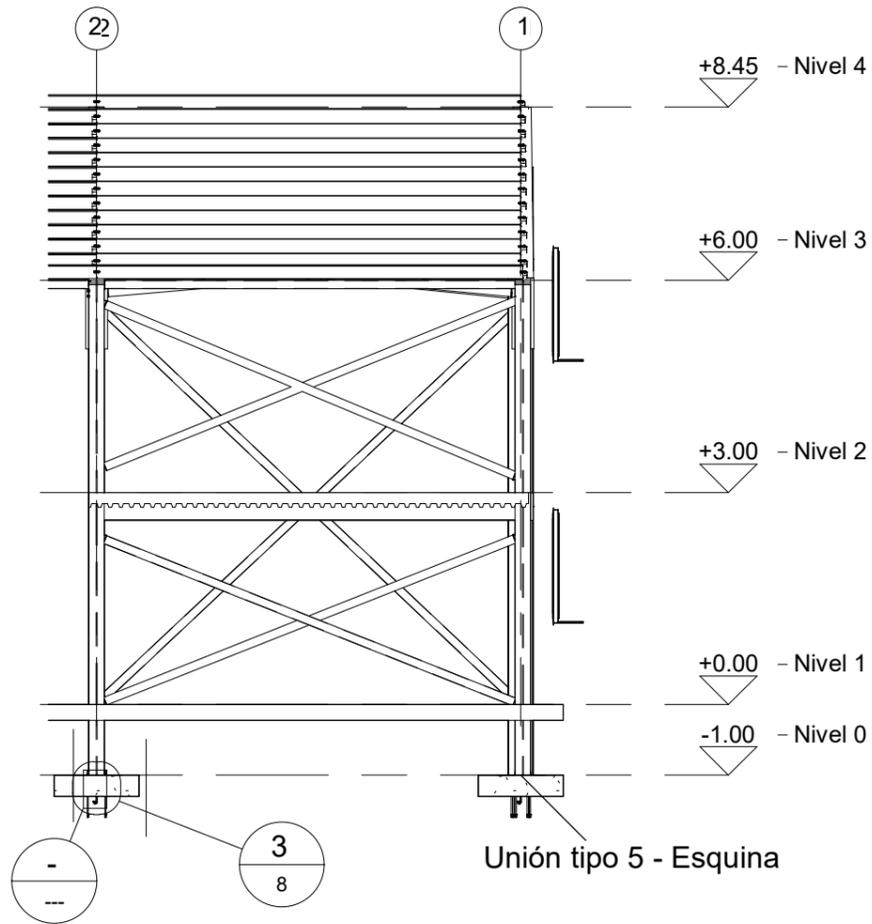
5 Detalle accesos Norte

Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Vista 3D - Estructura con cerramientos y solera	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha	16/08/24
Escala	1:500
Nº Plano	7

Nota: Cotas en metros

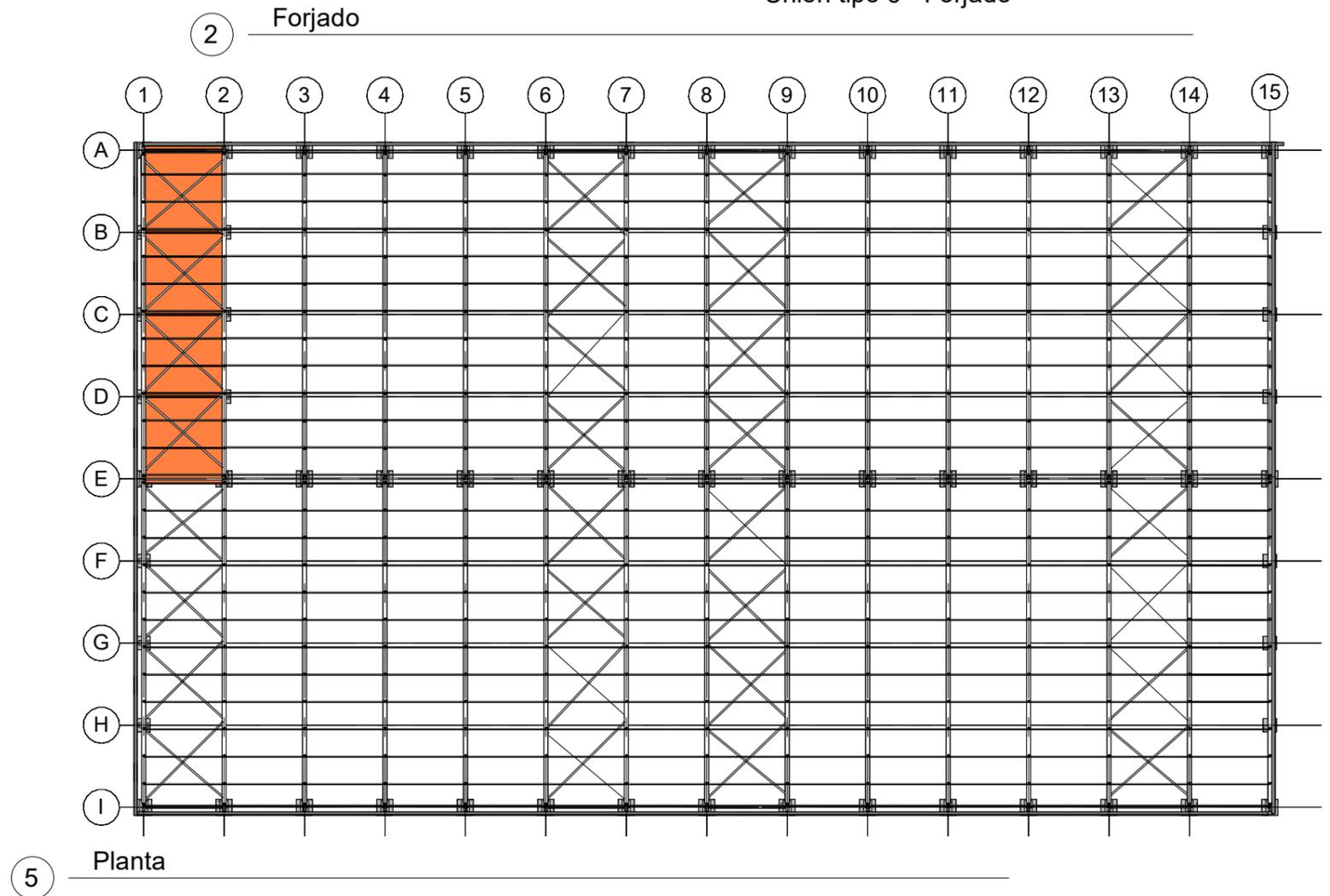


1 Forjado  
1:100



3 Unión tipo 2- Interior  
1:20

4 Unión tipo 6 - Forjado  
1:20

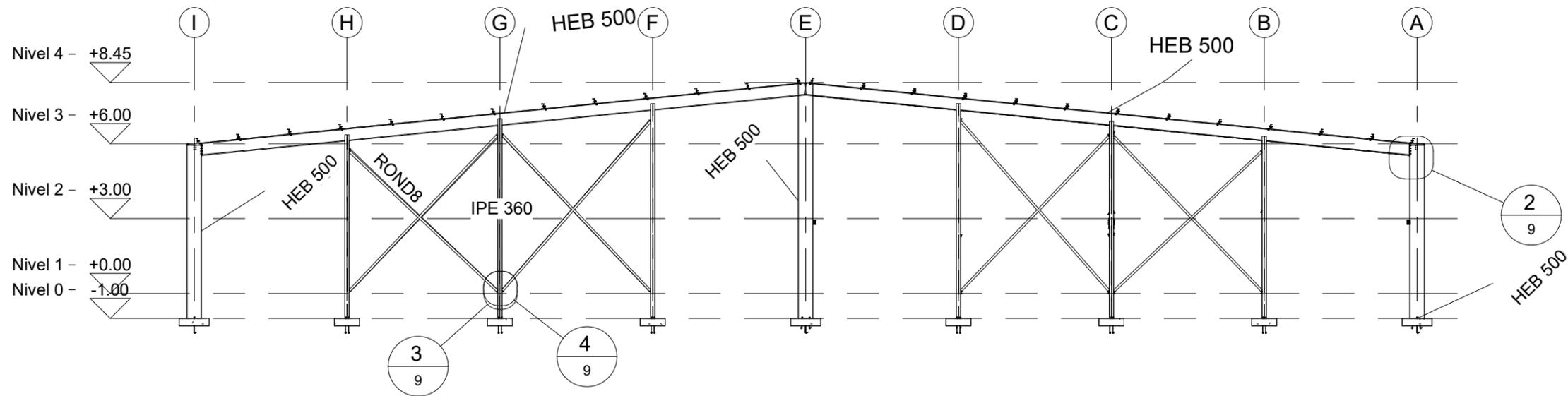


UC  
Universidad de Cantabria  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales  
y de Telecomunicación

Nº	Descripción	Fecha

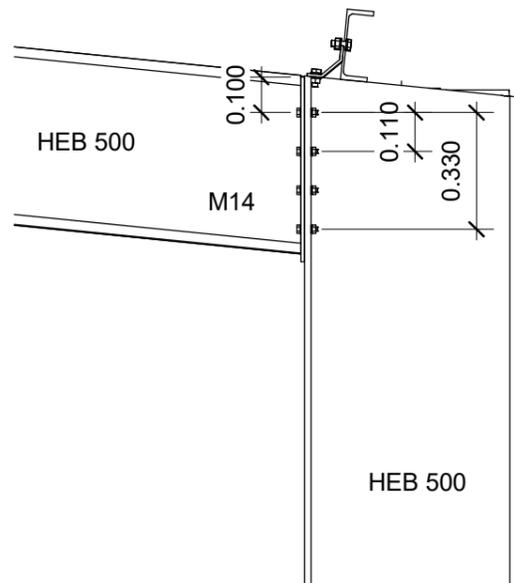
Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"	
Forjado de oficinas	
Desarrollado por	Clara Hernández Herrera
Comprobado por	Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha	18/08/24
Escala	Como se indica
Nº Plano	8

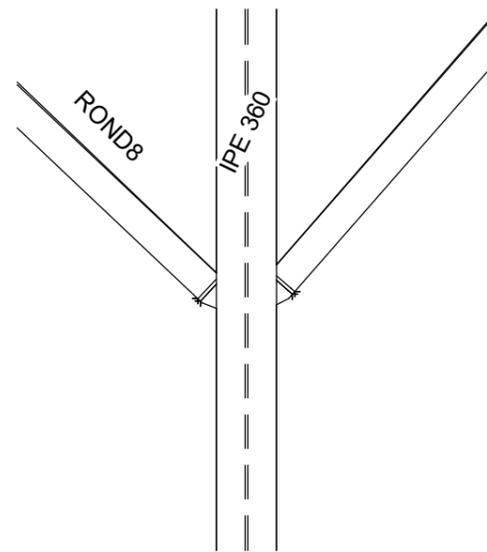


1 Pórtico de fachada  
1 : 200

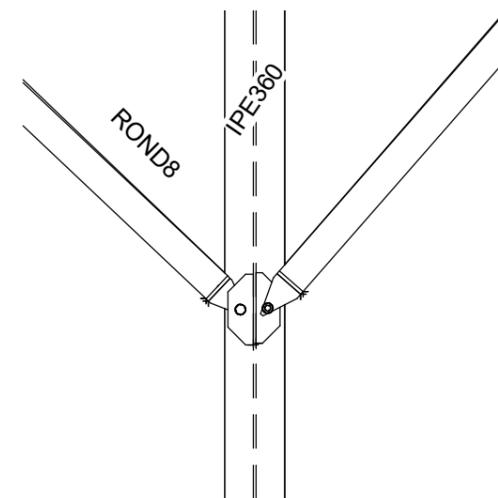
NOTA: Cotas en metros



2 Unión dintel - pilar esquina (Tipo 3)  
1 : 20



3 Unión arriostramientos ext  
1 : 20



4 Unión arriostramientos int.  
1 : 20

Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"

Uniones de pórtico fachada

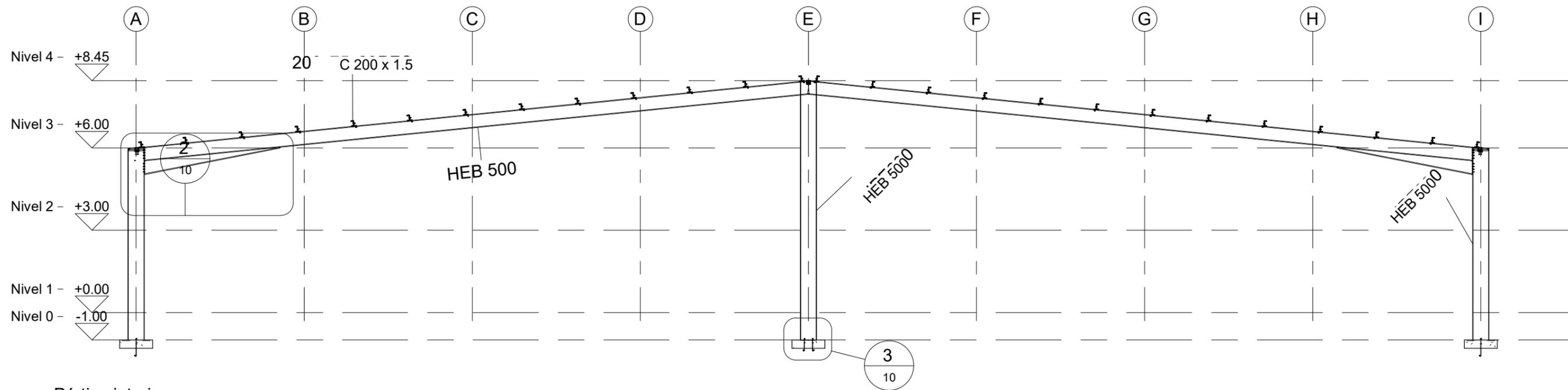
Desarrollado por Clara Hernández Herrera

Comprobado por Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha 12/08/24

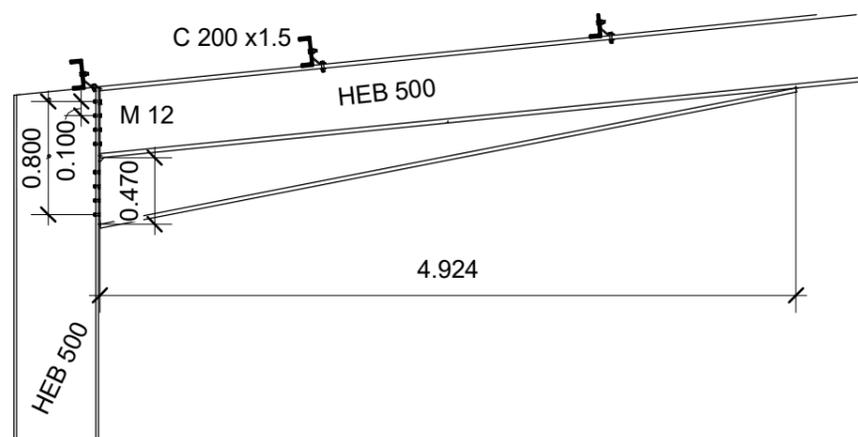
Escala Como se indica

Nº Plano 9

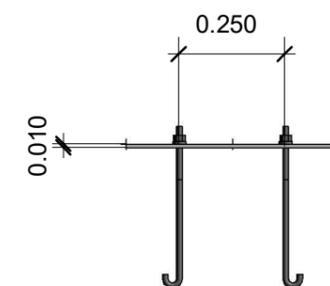


1 Pórtico interior  
1: 150

NOTA: Cotas en metros



2 Unión dintel - dintel  
1: 50



3 Unión tipo 2 - Interior  
1: 20

Nº	Descripción	Fecha

Trabajo Fin de Grado "Nave Industrial en Los Corrales de Buelna"

Uniones de pórtico interior

Desarrollado por Clara Hernández Herrera

Comprobado por Yosbel Boffill Orama y Haydee Blanco Wong

Fecha 16/08/24

Escala Como se indica

Nº Plano 10

DOCUMENTO N°3:  
PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS



## CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	DISPOSICIONES GENERALES.....	5
2.1	DIRECCIÓN DE LA OBRA .....	5
2.2	ORGANIZACIÓN, REPRESENTACIÓN Y PERSONAL DEL CONTRATISTA .....	5
3	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....	5
3.1	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR AL CONTRATISTA.....	5
3.2	CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LOS DOCUMENTOS.....	6
4	INICIACIÓN DE LAS OBRAS .....	6
4.1	DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR AL CONTRATISTA.....	6
4.2	PROGRAMA DE TRABAJOS .....	7
4.3	INICIACIÓN DE LAS OBRAS .....	7
4.4	CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	7
5	DESARROLLO Y CONTROL DE LA OBRA .....	8
5.1	REPLANTEO .....	8
5.2	EQUIPOS Y MAQUINARIA.....	8
5.3	OBRAS E INSTALACIONES AUXILIARES .....	8
5.4	MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	9
5.5	CIMENTACIONES .....	9
5.6	GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS .....	9
5.6.1	Programa de garantía de calidad del contratista .....	10
5.7	MATERIALES .....	11
5.8	SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO .....	12
5.9	CONTROL DE RESIDUOS Y VIBRACIONES .....	12
5.10	EMERGENCIAS.....	12
5.11	MODIFICACIONES DE OBRA .....	12
5.12	CONSERVACIÓN DE OBRAS EJECUTADAS .....	13
5.13	LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	13
6	OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA.....	13
6.1	PERMISOS Y LICENCIAS .....	13



6.2	SEGUROS .....	13
6.3	REMISIÓN DE SOLICITUDES DE OFERTA .....	14
6.4	RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL DIRECTOR DE OBRA .....	14
6.5	RECLAMACIONES DE TERCEROS .....	14
6.6	DESIPIDO POR INSUBORDINACIÓN O INCAPACIDAD .....	14
6.7	COPIA DE LOS DOCUMENTOS .....	15
6.8	LIBRO DE ÓRDENES .....	15
6.9	FIANZAS.....	15
6.10	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.....	15
6.11	DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA.....	15
6.12	INDEMNIZACIÓN POR CAUSAS DE DAÑO MAYOR AL CONTRATISTA .....	15
6.13	MEJORAS DE OBRAS.....	16
7	MEDICIÓN Y ABONO .....	16
7.1	MEDIDAS PARCIALES Y FINALES .....	16
7.2	ABONO DE LAS OBRAS .....	16
7.2.1	Certificaciones.....	17
7.2.2	Precios de aplicación.....	17
7.2.3	Partidas alzadas.....	18
7.2.4	Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos.....	19
7.2.5	Unidades de obra incompletas .....	19
7.2.6	Excesos de obra.....	19
7.2.7	Abono de materiales acopiados.....	19
7.2.8	Revisión de precios .....	19
7.3	PRECIOS CONTRADICTORIOS .....	20
7.4	GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.....	21
7.5	EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO.....	21
7.6	CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS OBRAS PARCIALES .....	21
7.7	PAGOS .....	21
8	PROTECCIÓN DEL ENTORNO .....	21
8.1	TRATAMIENTO DE ACEITES USADOS .....	21



9	RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN .....	22
9.1	RECEPCIONES PROVISIONALES .....	22
9.2	CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE .....	23
9.3	PERIODO DE GARANTÍA .....	23
9.4	RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	23
9.5	LIQUIDACIÓN FINAL .....	23
9.6	LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN .....	23
10	MATERIALES .....	24
10.1	CONDICIONES DE LOS MATERIALES .....	24
10.1.1	Agua .....	24
10.1.2	Arena.....	24
10.1.3	Cemento.....	24
10.1.4	Yesos.....	24
10.1.5	Piedra .....	24
10.1.6	Hormigones.....	25
10.1.7	Armaduras y acero laminado .....	25
10.1.8	Maderas .....	25
10.1.9	Vidrios y cristales .....	25
10.1.10	Ladrillos y rastillas .....	25
10.1.11	Azulejos .....	25
10.1.12	Colores, aceites, barnices, etc.....	25
10.1.13	Cimientos .....	26
10.1.14	Encofrados y moldes .....	26
10.1.15	Materiales no utilizables o defectuosos .....	26
11	UNIDADES DE OBRA.....	26
11.1	EXCAVACIÓN EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO .....	26
11.1.1	Definición y alcance .....	26
11.1.2	Ejecución de las obras.....	27
11.1.3	Control de calidad .....	27
11.1.4	Medición y abono .....	27



11.2	RELLENO DE ZAHORRA.....	27
11.2.1	Definición y alcance .....	27
11.2.2	Ejecución de las obras.....	28
11.2.3	Control de calidad .....	28
11.2.4	Medición y abono .....	29
11.3	CIMENTACIÓN .....	29
11.3.1	Definición y alcance .....	29
11.3.2	Armadura .....	29
11.3.3	Hormigón .....	30
11.3.4	Ejecución de las obras.....	30
11.4	ESTRUCTURA METÁLICA.....	31
11.4.1	Definición y alcance .....	31
11.4.2	Ejecución de las obras.....	31
11.4.3	Control de calidad .....	31
11.4.4	Medición y abono .....	31
11.5	CUBIERTA.....	32
11.5.1	Definición y alcance .....	32
11.5.2	Medición y abono .....	32
11.6	CARPINTERÍAS .....	32
11.6.1	Definición y alcance .....	32
11.6.2	Medición y abono .....	32
11.7	FACHADAS DE PANELES PESADOS.....	32
11.7.1	Definición y alcance .....	32
11.7.2	Medición y abono .....	32
11.8	PARTICIONES .....	33
11.8.1	Definición y alcance .....	33
11.8.2	Medición y abono .....	33



## **1 INTRODUCCIÓN**

Este documento tiene como objeto establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales necesarias para que el presente proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes a las deseadas.

## **2 DISPOSICIONES GENERALES**

### **2.1 DIRECCIÓN DE LA OBRA**

El Director de Obra es la persona que cuenta con la titulación adecuada y suficiente para ser responsable de la correcta comprobación y vigilancia de la realización de las obras.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de Obra, así como aquellas establecidas por la legislación vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador según las prescripciones establecidas. El Contratista podrá exigir que dichas atribuciones delegadas se formalicen explícitamente en el “Libro de Órdenes” de la obra.

En situaciones de emergencia, cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluyendo explícitamente al Órgano de Dirección de Obra, a juicio del mismo, tendrá la facultad de emitir las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

La inclusión en el presente Pliego de los términos “Director de Obra” y “Dirección de Obra” son prácticamente equivalentes, según lo mencionado anteriormente. No obstante, debe interpretarse que, al hacer referencia a la Dirección de Obra, las funciones o tareas a que se refiere dicha expresión son presumiblemente delegables.

### **2.2 ORGANIZACIÓN, REPRESENTACIÓN Y PERSONAL DEL CONTRATISTA**

La propiedad designará a un Ingeniero Superior o Técnico en su representación, en quien asumirá las labores de dirección, control y supervisión de las obras del presente proyecto. El contratista deberá proporcionar todas las facilidades necesarias para que el Ingeniero Director o su equipo de apoyo, puedan llevar a cabo las tareas con la máxima eficacia.

No será responsable ante la propiedad por la demora de los Organismos competentes en la tramitación del Proyecto. Dicha tramitación es ajena al Director de Obra, quién, una vez conseguidos todos los permisos, dará la orden de iniciar la obra.

## **3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

### **3.1 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR AL CONTRATISTA**

Los documentos, tanto del proyecto como otros complementarios, que la Dirección de Obra entregue al Contratista, podrán tener un valor contractual o meramente informativo.



Los Planos, Mediciones y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particular se considerarán los documentos contractuales del presente proyecto. En cambio, la información geotécnica, los datos sobre procedencia de materiales (salvo que dicha procedencia sea requerida explícitamente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares), ensayos, condiciones locales, diagramas de movimiento de tierras, estudios de maquinaria, de condiciones climáticas, de justificación de precios y, en general, todos los documentos incluidos en la memoria del proyecto, se consideran de carácter informativo y, por lo tanto, deben aceptarse tan solo como complementarios a la información que debe adquirir el Contratista con sus propios medios. En consecuencia, el Contratista será responsable de cualquier error derivado de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, al planteamiento y a la ejecución de las obras.

### **3.2 CONTRADICCIONES, OMISIONES O ERRORES EN LOS DOCUMENTOS**

Lo mencionado en el Pliego y omitido en los planos, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera incluido en ambos documentos. En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo dispuesto en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones, o viceversa, deberá ser ejecutado como si estuviera presente en ambos. Las omisiones en Planos y Pliego, o las descripciones incorrectas de detalles esenciales para la realización de la obra según los objetivos expuestos en ambos documentos, o que deban realizarse por su uso y costumbre, no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar dichos detalles omitidos o mal descritos. Estos deberán ser realizados como si hubieran sido especificados de manera completa y correcta. Para ejecutar dichos detalles, el Contratista preparará unos croquis que presentará al Director de Obra para su aprobación y posterior ejecución y abono. En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que detecten el Director o el Contratista deberán ser registrados en el Libro de Órdenes.

## **4 INICIACIÓN DE LAS OBRAS**

### **4.1 DOCUMENTACIÓN A ENTREGAR AL CONTRATISTA**

Las obras mencionadas en este Pliego deberán completarse dentro del plazo establecido en las condiciones de licitación, o en el plazo propuesto por el Contratista durante dicha licitación y aceptado en el contrato subsiguiente. Lo mencionado anteriormente se aplica también a los plazos parciales, en caso de estar definidos.

Todo plazo comprometido comenzará al inicio del día siguiente a la firma del acta o al evento que sirva como punto de partida para dicho plazo. Cuando el plazo se especifique en días, estos serán naturales, considerando el último día como completo. Si el plazo se determina en meses, se contará de fecha a fecha, a menos que se especifique un mes en particular. En ausencia de una fecha específica de finalización, el plazo concluirá el último día de ese mes.



## **4.2 PROGRAMA DE TRABAJOS**

El Contratista está obligado a presentar un programa de trabajos conforme a lo establecido en relación con el plazo, o en su defecto, de acuerdo con el anejo del plan de obra incluido en la solicitud de la oferta. Este programa deberá estar detalladamente razonado y justificado, considerando las interferencias con instalaciones y conducciones existentes, los plazos de llegada de materiales y medios auxiliares a la obra, así como la independencia de las distintas operaciones. Además, deberá tenerse en cuenta la incidencia de factores cronológicos, estacionales, de movimiento de personal y otras circunstancias generales que puedan estimarse según cálculos probabilísticos, ajustándose estrictamente al plazo fijado.

Por otro lado, la maquinaria y medios auxiliares mencionados en el programa de trabajo lo serán a efectos indicativos, pero el Contratista estará obligado a mantener en obra y en funcionamiento todos los recursos necesarios para cumplir con los objetivos finales y parciales, o para corregir oportunamente cualquier desajuste respecto a las previsiones.

Las demoras en la corrección de los defectos del programa de trabajo propuesto por el Contratista que afecte el plazo legal de ejecución no se considerarán como justificación para extender el plazo de realización de los trabajos.

## **4.3 INICIACIÓN DE LAS OBRAS**

El contratista deberá notificar por escrito al Ingeniero Director de Obra del inicio de los trabajos, dentro de las veinticuatro horas siguientes a su comienzo. Previamente, se habrá firmado el acta de replanteo de las condiciones establecidas. El adjudicatario iniciará las obras dentro de los 15 días posteriores a la fecha de adjudicación. El Contratista está obligado a cumplir con todo lo dispuesto en la Reglamentación Oficial del Trabajo.

## **4.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

El Contratista debe emplear los materiales y la mano de obra que cumplan con las condiciones exigidas en las Condiciones Técnicas Generales y realizar todos los trabajos contratados según lo especificado. El Contratista deberá mantener siempre en la obra un número de trabajadores adecuado a la extensión y tipos de trabajo en ejecución.

Todos los trabajos deberán ser realizados por personal cualificado. Cada oficio deberá coordinar su labor de manera armoniosa con los demás ajustándose a la planificación económica prevista en el proyecto. Asimismo, todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán siguiendo las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo con las instrucciones del Director de Obra, sin que el Contratista pueda usar como excusa una baja en la subasta para disminuir la calidad de la ejecución. Hasta que se realice la recepción definitiva de la obra, el Contratista será el único responsable de la correcta ejecución de los trabajos contratados y de cualquier defecto o falta que pueda surgir debido a una mala ejecución o a la deficiente calidad de los materiales y equipos utilizados.



## **5 DESARROLLO Y CONTROL DE LA OBRA**

Para la ejecución del presente proyecto se han tenido en cuenta, y se tendrán a la hora de su ejecución, las normas de la Presidencia del Gobierno y del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) vigentes que tengan carácter de obligatoriedad, así como todo lo indicado en el Pliego de Condiciones referido a edificios y cantidades de materiales.

### **5.1 REPLANTEO**

Como actividad previa a cualquier otra de la obra, el Director de Obra, asistido por el personal subalterno necesario, llevará a cabo el replanteo de las obras en presencia del Contratista, marcando en el terreno todos los puntos necesarios para la ejecución de los trabajos. El Contratista deberá proporcionar, a su cargo, todos los recursos necesarios para la ejecución de dichos replanteos, así como para el marcado de estos, y será responsable del cuidado y mantenimiento de las señales o referencias establecidas.

El Contratista, mediante un acta de reconocimiento, aceptará las bases de replanteo que se encuentren en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de ese momento, será responsabilidad del Contratista conservar y mantener dichas bases debidamente referenciadas, así como su reposición en caso de ser necesario, con los correspondientes levantamientos complementarios.

### **5.2 EQUIPOS Y MAQUINARIA**

Los equipos y maquinarias para la ejecución de todas las unidades de obra deberán ser justificados previamente por el Contratista, de acuerdo con el volumen de obra a ejecutar y con el programa de trabajos, y presentado a la Dirección de Obra para su aprobación. Dicha aprobación se referirá exclusivamente a la comprobación de que el equipo cumpla las condiciones ofertadas por el Contratista y no eximirá en absoluto a este de ser el único responsable de la calidad y del plazo de ejecución de las obras.

El equipo deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicadas a las obras del contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la Dirección de Obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para las cuales se habría previsto.

### **5.3 OBRAS E INSTALACIONES AUXILIARES**

El Contratista tendrá la obligación de proyectar y construir, a su cargo, todas las edificaciones auxiliares necesarias para oficinas, almacenes, cobertizos, instalaciones sanitarias y otras de carácter provisional. Asimismo, será responsabilidad del Contratista gestionar el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, asegurándose de que se realicen conforme a los reglamentos vigentes y las normas de la compañía suministradora. Los



proyectos de las obras e instalaciones auxiliares deberán ser sometidos a la aprobación del Director de Obra. La ubicación, cotas, e incluso el aspecto de estas edificaciones, cuando lo exija la obra principal, estarán sujetos a la aprobación de la Dirección de Obra.

El Contratista también deberá presentar un plano detallado de la localización exacta de áreas como parques de maquinaria, almacenes de materiales, depósitos de aceites y combustibles, etc., teniendo en cuenta la protección ambiental del área. Este plano deberá ser aprobado por el Director de Obra. Al finalizar las obras, o en la medida de lo posible con antelación, el Contratista retirará, a su cargo, todas las edificaciones, obras e instalaciones auxiliares y/o provisionales.

#### **5.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS**

Este apartado viene a referirse a los desmontes y terraplenes necesarios para dar al terreno una rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios naturales y/o mecánicos y la excavación de zanjas y pozos. Se adoptan las condiciones generales de seguridad en el trabajo, así como las condiciones relativas a los materiales, control de la ejecución, valoración y mantenimiento que especifican las normas:

- NTE-AD "Acondicionamiento del Terreno. Desmontes".
- NTE-ADE "Explanaciones".
- NTE-ADV "Vaciados".
- NTE-ADZ "Zanjas y pozos".

#### **5.5 CIMENTACIONES**

Las condiciones constructivas, el análisis y dimensionamiento y el control están establecidos acordes al DB SE-C del CTE. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene la Dirección. El Director de Obra queda facultado para introducir las modificaciones que juzgue oportunas en función de las características particulares del terreno.

#### **5.6 GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS OBRAS**

La garantía de calidad se define como el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas destinadas a asegurar que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyan conforme al contrato, códigos, normas y especificaciones de diseño. Esta garantía de calidad incluye el control de calidad, que abarca las acciones necesarias para verificar que la calidad cumple con los requisitos establecidos. El control de calidad de una obra incluye los siguientes aspectos:

- Calidad de materias primas.
- Calidad de equipos o materiales suministrados a obra, incluyendo su proceso de fabricación.
- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).



- Calidad de obra terminada (Inspección y prueba).

### 5.6.1 Programa de garantía de calidad del contratista

Un mes antes del inicio de los trabajos, el Contratista enviará a la Dirección de Obra un programa de Garantía de Calidad. La Dirección evaluará y comunicará por escrito su aprobación o comentarios. El programa deberá incluir, como mínimo, los siguientes conceptos:

- Organización: se incluirá un organigrama funcional y nominal específico para el contrato, detallando la organización de la garantía de calidad según las necesidades de la obra. Los medios, propios o externos, deberán estar homologados. El responsable de la garantía de calidad del Contratista se dedicará exclusivamente a esta función.
- Procedimientos, instrucciones y planos: todas las actividades de construcción, inspección y ensayo deberán seguir instrucciones de trabajo, procedimientos y planos que desarrollen lo especificado en los Planos y Pliegos Técnicos del Proyecto. El programa incluirá una lista de estos documentos, que serán aprobados por la Dirección de Obra antes de comenzar los trabajos.
- Control de materiales y servicios comprados: el Contratista evaluará y seleccionará previamente a los proveedores, dejando esta selección documentada para su aprobación por la Dirección de Obra. La documentación mínima que presentar por cada equipo o material propuesto incluirá:
  - Plano de equipo.
  - Plano de detalle.
  - Documentación adicional que permita al Director de Obra evaluar y decidir sobre la aceptación o rechazo del equipo propuesto.
  - Materiales del equipo y normas de diseño correspondientes.
  - Procedimiento de construcción.
  - Normas para pruebas de recepción, especificando las de banco y las de obra. Se realizará una inspección de recepción para verificar que el material cumple con los requisitos del Proyecto, emitiendo el informe correspondiente.
- Manejo, almacenamiento y transporte: el programa de garantía de calidad del Contratista deberá incluir procedimientos e instrucciones para asegurar el cumplimiento de los requisitos de transporte, manejo y almacenamiento de los materiales y componentes de la obra.
- Procesos especiales: los procesos especiales, como soldaduras y ensayos, serán realizados por personal cualificado del Contratista siguiendo procedimientos homologados según normas aplicables. El programa incluirá medios para asegurar y documentar el cumplimiento de estos requisitos.



- Inspección de obra por parte del Contratista: el Contratista deberá realizar los controles, ensayos, inspecciones y pruebas especificados en el Pliego. El programa debe detallar la sistemática para cumplir con estos requisitos.
- Gestión de la documentación: el Contratista garantizará una gestión adecuada de la documentación de calidad, asegurando que se documente toda la evidencia de la calidad de los elementos y actividades. Definirá los procedimientos para archivar y controlar esta documentación hasta su entrega a la Dirección de Obra.
- Nivel de control de calidad: el Pliego o los Planos especifican los tipos y números mínimos de ensayos necesarios para controlar la calidad durante la obra. Si se indican varios criterios, se aplicará el de mayor frecuencia. El Director de Obra puede ajustar la frecuencia y tipo de ensayos según sea necesario para asegurar la calidad. Los ensayos adicionales, si no superan el 2% del presupuesto total, serán a cargo del Contratista.
- Inspección y control de calidad por parte de la dirección de obra: la Dirección de Obra podrá contar con un equipo de inspección y control de calidad para realizar ensayos de homologación y contradictorios. Tendrá acceso a todas las áreas de la obra, fábricas, laboratorios y archivos de control del Contratista. El Contratista deberá proporcionar los materiales para los ensayos y facilitar el acceso necesario. Los costos de los ensayos serán cubiertos por la Administración si el suministro o unidad de obra cumple con los requisitos de calidad. Los ensayos serán a cargo del Contratista en los siguientes casos:
  - Si los ensayos resultan en el rechazo del suministro, material o unidad de obra.
  - Si son ensayos adicionales propuestos por el Contratista para materiales o unidades de obra previamente rechazados por la Dirección de Obra.

## 5.7 MATERIALES

Todos los materiales deben ser apropiados para su propósito y, considerando que las bases de precios y la formación de presupuestos suponen que serán de la mejor calidad disponible en el mercado, su selección deberá cumplir con estos estándares. Aunque ciertos materiales, debido a sus características específicas o menor importancia relativa, no requieran una definición más detallada, su uso estará sujeto a la aprobación del Ingeniero Director, quien podrá determinar las pruebas o ensayos necesarios para asegurar su idoneidad.

En cualquier caso, los materiales deben ser de igual o mejor calidad que la que se puede deducir de su procedencia, valor o características mencionadas en el Proyecto, y deberán cumplir con las normas oficiales o criterios de buena fabricación del sector. El Ingeniero Director puede exigir que el suministro se realice a través de proveedores que ofrezcan garantías adecuadas. Las cifras referentes a pesos o volúmenes de materiales incluidas en el cuadro de precios Nº2 del Documento Nº4 (“Presupuesto y mediciones”) son únicamente



indicativas del coste de estos materiales en el lugar de la obra y no deben considerarse para definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario de acopio para lograr a unidad compactada en obra.

## **5.8 SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO**

La seguridad e higiene en el trabajo se define como el conjunto de medidas y precauciones que el Contratista debe implementar durante la ejecución de las obras para prevenir riesgos, accidentes y enfermedades profesionales, así como para garantizar la higiene y el bienestar de los trabajadores. De acuerdo con el Real Decreto 555/1986, de 21 de febrero, el Contratista deberá elaborar un plan de seguridad e higiene adaptado a su forma y medios de trabajo.

La valoración de este plan no deberá exceder el presupuesto asignado al proyecto de seguridad e higiene correspondiente. Cualquier exceso en los costes se considerará incluido en el porcentaje de costes indirectos que forman parte de los precios del Proyecto. El abono del presupuesto para el proyecto de seguridad e higiene se realizará conforme al cuadro de precios establecido en el Documento nº4 ("Presupuesto y mediciones") perteneciente al proyecto o, en su caso, en el plan de seguridad e higiene aprobado por la Administración, que se considera parte del contrato a dichos efectos.

## **5.9 CONTROL DE RESIDUOS Y VIBRACIONES**

El Contratista deberá adoptar las medidas necesarias para minimizar los ruidos y vibraciones. Los niveles de ruido en las zonas urbanas no deberán exceder los límites establecidos en este apartado. La maquinaria al aire libre deberá organizarse de manera que se reduzca al mínimo la generación de ruidos. En general, el Contratista deberá cumplir con las Normas Vigentes, ya sean de ámbito Nacional (como el "Reglamento de Seguridad y Salud") o de uso municipal, aplicando la normativa más restrictiva en caso de duda. Además, se deberá elaborar un Plan de Gestión de Residuos que será de cumplimiento obligatorio para el Contratista adjudicatario de las obras.

## **5.10 EMERGENCIAS**

El Contratista dispondrá de la organización adecuada para llevar a cabo trabajos urgentes fuera del horario laboral, cuando el Director de Obra lo considere necesario para resolver emergencias relacionadas con las obras del Contrato. El Director de Obra deberá tener a su disposición una lista actualizada de direcciones y números de teléfono del personal del Contratista encargado de coordinar estos trabajos de emergencia.

## **5.11 MODIFICACIONES DE OBRA**

Si durante la ejecución de los trabajos surgen circunstancias que requieran modificaciones con respecto al proyecto original o impliquen condiciones diferentes, el Contratista deberá informar a la Dirección de Obra para obtener la autorización correspondiente. En el plazo de



veinte días desde la entrega por parte de la Dirección de Obra de los documentos que reflejen las modificaciones del Proyecto, o simultáneamente con la entrega de los planos o documentos que el Contratista proponga, el Contratista presentará una relación detallada de los nuevos conceptos. Para el pago de estas obras no previstas o modificadas, se aplicarán las disposiciones establecidas en el apartado sobre precios contradictorios.

## **5.12 CONSERVACIÓN DE OBRAS EJECUTADAS**

El Contratista debe comprometerse a mantener, a su propio costo, todas las obras que integren el Proyecto hasta que sean recibidas provisionalmente. Asimismo, deberá conservar las obras durante el período de garantía de un año a partir de la fecha de recepción provisional. Para estos fines, se le abonarán los gastos correspondientes previa justificación, para los cuales se reserva una partida en el documento Nº4 (“Presupuesto y mediciones”). No se considerarán reembolsables los gastos por deterioro de las obras que resulten de negligencia u otros motivos imputables al Contratista, o por causas que se consideren evitables. Además, el Contratista deberá reponer los daños o deterioros causados por terceros durante la explotación de la obra y recuperar los costos de dichos daños del tercero responsable.

## **5.13 LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS**

Una vez finalizadas las obras, el Contratista deberá retirar todas las instalaciones, depósitos y edificaciones temporales construidos para el servicio de la obra, y restaurar los lugares a su estado original. De igual manera, los caminos provisionales, así como los accesos a préstamos y canteras, deberán ser tratados para asegurar que las áreas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas que se integren con el paisaje circundante. Estos trabajos se consideran incluidos en el contrato y no serán objeto de pagos adicionales por su realización. Las indicaciones técnicas de la Dirección de Obra deberán ser cumplidas, pero no se abonarán, salvo en el caso de los vertederos cuya disposición sea proporcionada por la Administración, para los cuales se deberán seguir las instrucciones de la Dirección para el acondicionamiento final.

# **6 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

## **6.1 PERMISOS Y LICENCIAS**

El Contratista deberá obtener por sus propios medios los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras que no se hayan entregado por el Promotor.

## **6.2 SEGUROS**

El Contratista deberá contratar un seguro “a todo riesgo” que cubra cualquier daño o indemnización derivado de la ejecución de los trabajos. En caso de siniestro, el importe pagado por la compañía aseguradora se depositará a nombre del propietario, y se utilizará



para financiar la obra a medida que se vaya ejecutando. El Contratista podrá recuperar esta cantidad mediante certificaciones, al igual que con el resto de los trabajos de construcción.

### **6.3 REMISIÓN DE SOLICITUDES DE OFERTA**

Mediante la Dirección Técnica se solicitarán ofertas a empresas especializadas del sector para la ejecución de las instalaciones detalladas en el presente proyecto. Se proporcionará a los ofertantes una copia del proyecto con la información necesaria. Si el ofertante lo considera pertinente, deberá presentar, además de la oferta, una o más soluciones recomendadas. El plazo máximo fijado para la recepción de las ofertas será de un mes.

### **6.4 RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DEL DIRECTOR DE OBRA**

Las reclamaciones que el Contratista desee presentar en relación con las órdenes emitidas por el Director de Obra deberán hacerse a través del mismo, dirigidas a la propiedad, únicamente si se refieren a cuestiones económicas y están en conformidad con las órdenes estipuladas en los Pliegos de Condiciones. En cuanto a disposiciones de carácter técnico o facultativo del Director de Obra, no se admitirán reclamaciones. Sin embargo, el Contratista podrá, si lo considera conveniente, presentar una exposición razonada dirigida a la Dirección de Obra para salvar su responsabilidad. En este caso, la Dirección de Obra podrá limitarse a acusar recibo de la reclamación, siendo obligatorio dicho acuse en todos los casos.

### **6.5 RECLAMACIONES DE TERCEROS**

Cualquier reclamación por daños que reciba el Contratista deberá ser notificada por escrito y sin demora al Director de Obra. Del mismo modo, se informará por escrito al Director de Obra sobre cualquier queja recibida. Además, El Contratista también notificará al Director de Obra de manera inmediata y por escrito sobre cualquier accidente o daño que ocurra durante la ejecución de los trabajos.

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar daños a terceros y atenderá con celeridad las reclamaciones de propietarios afectados que sean aceptadas por el Director de Obra. En caso de que se produzcan daños a terceros, el Contratista informará tanto al Director de Obra como a los afectados, y procederá a restaurar el bien a su estado original lo más rápidamente posible, especialmente si se trata de un servicio público esencial o si existen riesgos significativos.

### **6.6 DESPIDO POR INSUBORDINACIÓN O INCAPACIDAD**

En caso de incumplimiento de las instrucciones del Director de Obra o sus colaboradores, por evidente incapacidad o por cualquier acto que comprometa o altere el desarrollo de los trabajos, el Contratista estará obligado a reemplazar a sus empleados y operarios cuando así lo solicite el Director de Obra.



## **6.7 COPIA DE LOS DOCUMENTOS**

El Contratista tiene derecho a sacar copias a su costa de los Pliegos de Condiciones, presupuestos y demás documentos que le afectan. El Director de Obra, si el contratista los solicita, autorizará las copias después de la contratación de las obras.

## **6.8 LIBRO DE ÓRDENES**

El Contratista deberá tener en la oficina de la obra el Libro de Órdenes, donde el Director de Obra registrará las indicaciones necesarias durante el transcurso de la obra. El cumplimiento de las órdenes consignadas en este libro será tan obligatorio para el Contratista como las estipuladas en el Pliego de Condiciones.

## **6.9 FIANZAS**

Se podrá exigir al Contratista, para que responda del cumplimiento de lo contratado, una fianza del 10% del presupuesto de las obras adjudicadas.

## **6.10 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA**

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Director de Obra, en nombre y representación del Propietario, los ordenará.

## **6.11 DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA**

Sin perjuicio de las acciones legales a las que tenga derecho el Propietario en caso de que el importe de la fianza no cubra los gastos de las unidades de obra que no fueran aceptadas, la fianza depositada será devuelta al Contratista en un plazo no mayor a 8 días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. Esto será siempre y cuando el Contratista haya acreditado, mediante certificado del Alcalde del Distrito Municipal donde se haya emplazado la obra, que no existe reclamación alguna en su contra por daños y perjuicios, deudas de jornales o materiales, ni por indemnizaciones derivadas de accidentes laborales.

## **6.12 INDEMNIZACIÓN POR CAUSAS DE DAÑO MAYOR AL CONTRATISTA**

El Contratista no tendrá derecho a indemnización por causas de pérdida, averías o perjuicios ocasionados en las obras, sino en los casos de fuerza mayor. Para los efectos de este artículo, se considerarán como tales casos los siguientes:

- Incendios causados por electricidad atmosférica.
- Daños producidos por terremotos y maremotos.
- Daños producidos por vientos huracanados, mareas y crecidas de ríos superiores a las previstas en el país.
- Daños prevenientes de movimientos de terreno en el emplazamiento.



- Daños ocasionados violentamente, a mano armada, en tiempo de guerra y robos tumultuosos.

La indemnización se referirá únicamente al abono de las unidades de obra ya ejecutadas o ya acopiadas a pie de obra, en ningún caso se comprenderá medios auxiliares, maquinaria o instalaciones propiedad de la Contrata.

### **6.13 MEJORAS DE OBRAS**

No se aceptarán mejoras en la obra, salvo en el caso de que el Director de Obra haya autorizado por escrito la ejecución de nuevos trabajos o mejoras en la calidad de los materiales y equipos previstos en el Contrato. Del mismo modo, no se permitirán aumentos en las unidades contratadas, excepto en caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director de Obra ordene, también por escrito, la ampliación de las mismas.

## **7 MEDICIÓN Y ABONO**

### **7.1 MEDIDAS PARCIALES Y FINALES**

Las mediciones parciales se realizarán en presencia del Contratista, levantándose un acta por duplicado que deberá ser firmada por ambas partes. Por otro lado, la medición final se llevará a cabo una vez terminadas las obras, con la obligada asistencia del Contratista. En el acta que se redacte, y en los documentos anexos, deberá constar la confirmación del Contratista o de su representante legal. En caso de desacuerdo, el Contratista podrá expresar sus objeciones de manera sumaria, reservándose el derecho a ampliar las razones que las justifiquen.

### **7.2 ABONO DE LAS OBRAS**

Salvo que de los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación indiquen lo contrario, las obras contratadas se pagarán como "Trabajos a precios unitarios", aplicando dichos precios a las unidades de obra resultantes. Además, las obras podrán liquidarse total o parcialmente mediante partidas alzadas.

En todos los casos de liquidación por aplicación de precios unitarios, las cantidades a tener en cuenta se establecerán en base a las cubicaciones deducidas de las mediciones. Las mediciones son los datos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados, y constituyen comprobación de un cierto estado de hecho. Estas serán realizadas por la Dirección de Obra quien las presentará al Contratista. El Contratista está obligado a solicitar, con la debida antelación, la presencia de la Dirección de Obra para la toma contradictoria de mediciones en los trabajos, prestaciones y suministros que no pudieran ser verificados anteriormente. En caso de no hacerlo, prevalecerán las decisiones de la Dirección de Obra, salvo que el Contratista presente pruebas en contrario, las cuales deberá aportar por su cuenta.



### **7.2.1 Certificaciones**

Salvo que los Pliegos de Licitación y/o del Contrato de Adjudicación indiquen lo contrario, todos los pagos se realizarán contra certificaciones mensuales de obras ejecutadas. Al final de cada mes, La Dirección de Obra redactará una relación provisional valorada de los trabajos ejecutados en el mes precedente, la cual servirá de base para redactar la certificación correspondiente. Este proceso se llevará a cabo según lo estipulado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para los contratos del Estado. Se aplicarán los precios de contrato, o bien los contradictorios, que hayan sido aprobados por la Dirección de Obra. Los precios de contrato son fijos y sin revisión, independientemente del plazo de ejecución de los trabajos. El abono del importe de una certificación se efectuará siempre a una cuenta y quedará pendiente hasta la certificación definitiva, con reducción del importe establecido como garantía, y considerando los abonos y deducciones complementarias que pudieran resultar de las cláusulas del Contrato de Adjudicación.

Al finalizar los trabajos, se emitirá una certificación general y definitiva. El abono de la suma debida al Contratista, después del establecimiento y la aceptación de la certificación definitiva y deducidos los pagos parciales ya realizados, se efectuará, deduciéndose la retención de garantía y aquellas otras que resulten por aplicación de las cláusulas del Contrato de Adjudicación y/o Pliegos de Licitación. Las certificaciones provisionales mensuales, y las certificaciones definitivas, se establecerán de manera que aparezca separadamente, acumulado desde el origen, el importe de los trabajos liquidados por administración y el importe global de los otros trabajos.

En todos los casos los pagos se efectuarán conforme a lo especificado en el Contrato de Adjudicación, Pliegos de Licitación y/o fórmula acordada en la adjudicación con el Contratista.

### **7.2.2 Precios de aplicación**

Los precios unitarios, elementales y alzados para la ejecución material serán aquellos resultantes de aplicar la baja ofrecida por el Contratista a todos los precios incluidos en el proyecto, salvo en las unidades que se especifiquen explícitamente en los artículos correspondientes del capítulo "Unidades de Obra" de este Pliego. En estas unidades, se podrá considerar una rebaja cuando se sustituya un material de préstamo, cantera u otra fuente externa por otro material obtenido de los trabajos realizados en la propia obra. Todos los precios unitarios o alzados para la "ejecución material" incluirán, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas derivados de la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos. Esto incluye todas las obligaciones impuestas al Contratista por los distintos documentos del contrato, en particular, por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas. Estos precios cubrirán todos los costos necesarios para la completa ejecución y puesta a punto de los trabajos, asegurando que estos sirvan plenamente al propósito para el que fueron diseñados. En particular, incluirán:



- Los gastos de mano de obra, materiales de consumo, y suministros, incluidas terminaciones y acabados necesarios, aun cuando no se hayan descrito expresamente en la justificación de precios unitarios.
- Los gastos de planificación, coordinación y control de calidad.
- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción.
- Los gastos de almacenaje, transporte y herramientas.
- Los gastos de transporte, funcionamiento, conservación y reparación del equipo auxiliar de obra, así como los gastos de depreciación o amortización del mismo.
- Los gastos de conservación de los caminos auxiliares de acceso de otras obras provisionales.
- Los gastos de energía eléctrica para fuerza motriz y alumbrado, salvo indicación contraria.
- Los seguros.
- Los gastos de financiación.

En los precios de “ejecución por contrata” obtenidos según los criterios de los Pliegos de Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluido además los gastos generales y el beneficio industrial y los impuestos y tasa de toda clase.

Las unidades no especificadas en este Pliego se abonarán al precio establecido en el cuadro Nº 1, el cual cubre todos los gastos necesarios para su completa ejecución. Esto incluye materiales, medios auxiliares, pinturas, pruebas, puesta en servicio y cualquier otro elemento necesario. Salvo lo previsto en este Pliego, el Contratista no podrá solicitar modificaciones en los precios de adjudicación.

### **7.2.3 Partidas alzadas**

Se trata de las partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra, o de una de sus partes, en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido antes de la realización de los trabajos y sin descomposición en precios unitarios (Partida alzada fija).
- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados existentes a mediciones reales cuya definición resulte imprecisa en fase de proyecto (Partida alzada a justificar).

En el primer caso, la partida se abonará en su totalidad tras completar la obra conforme a las especificaciones. En el segundo caso, solo se certificará el importe basado en la medición real, quedando a discreción de la Dirección de Obra la disponibilidad y uso total o parcial de la partida, sin que el Contratista pueda reclamar al respecto. Las partidas alzadas se clasificarán de la misma manera que los precios unitarios y elementales, ya sea por ejecución material o por contrata.



#### **7.2.4 Trabajos no autorizados y trabajos defectuosos**

Como regla general, no se abonarán los trabajos no autorizados por la Dirección de Obra ni los defectuosos que deban ser demolidos y reemplazados para cumplir con el Proyecto. Sin embargo, si una unidad de obra no se ejecuta exactamente según las condiciones del Pliego pero es aceptable a criterio de la Dirección de Obra, podrá ser recibida provisional y, eventualmente, definitivamente. En este caso, el Contratista deberá aceptar una rebaja económica sin derecho a reclamación, salvo que prefiera demolerla y rehacerla a su costa dentro del plazo contractual.

#### **7.2.5 Unidades de obra incompletas**

En caso de rescisión o circunstancias similares que requieran valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del cuadro Nº 2. No se aceptará valoración diferente a la del cuadro, ni el Contratista podrá reclamar por elementos no considerados en el precio. Las partidas se abonarán solo si el material completo está acopiado o las labores necesarias están terminadas. Las fases incompletas no serán abonadas, y el Contratista perderá todos los derechos en tales casos.

#### **7.2.6 Excesos de obra**

Cualquier exceso de obra no autorizado por escrito por el Director de Obra no será abonado. En tal caso, el Director podrá exigir la restitución para ajustar la obra al Proyecto, siendo todos los gastos a cargo del Contratista.

#### **7.2.7 Abono de materiales acopiados**

La Dirección de Obra puede abonar al Contratista el precio de materiales acopiados en la obra, comprados y pagados por el Contratista, calculando los abonos con base en los precios elementales del cuadro de precios o, si no están especificados, según las facturas presentadas. Los materiales sobre los que se ha abonado no podrán ser retirados sin autorización y el reembolso de los abonos. Los abonos se descontarán de las certificaciones mensuales a medida que se utilicen los materiales en la obra. Estos abonos no eximen al Contratista de su responsabilidad por la conservación de los materiales acopiados, que seguirá siendo responsable de todos los acopios, independientemente de su origen. Los abonos adelantados no comprometen a la Dirección de Obra a aceptar precios elementales para los materiales, y solo representan cantidades a cuenta.

#### **7.2.8 Revisión de precios**

En obras contratadas a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de precios. Sin embargo, en épocas de fluctuaciones anormales en los precios de jornales, materiales y transportes, se permitirá la revisión de precios, ya sea al alza o a la baja, para ajustarse a las variaciones del



mercado. La fórmula de revisión aplicable será la número 811 del Real Decreto 1359/2011, adecuada para obras de edificación general, y se definirá según la siguiente fórmula:

$$Kt = 0,04At/AO + 0,01Bt/BO + 0,08Ct/CO + 0,01Et/EO + 0,02Ft/FO + 0,03Lt/LO + 0,08Mt/MO + 0,04Pt/PO + 0,01Qt/QO + 0,06Rt/RO + 0,15St/SO + 0,02Tt/TO + 0,02Ut/UO + 0,01Vt/VO + 0,42$$

Donde el significado de cada uno de los términos es el siguiente:

- Kt: coeficiente teórico de revisión para el momento de ejecución t.
- At: índice de coste del aluminio en el momento de ejecución t.
- Ao: índice de coste del aluminio en fecha de licitación.
- Bt: índice de coste de materiales bituminosos en el momento de ejecución t.
- Bo: índice de coste de materiales bituminosos en fecha de licitación.
- Ct: índice de coste del cemento en el momento de ejecución t.
- Co: índice de coste del cemento en fecha de licitación.
- Et: índice de coste de la energía en el momento de ejecución t.
- Eo: índice de coste de la energía en fecha de licitación.
- Mt: índice de coste de la madera en el momento de ejecución t.
- Mo: índice de coste de la madera en fecha de licitación.
- Ot: índice de coste de las plantas en el momento de ejecución t.
- Oo: índice de coste de las plantas en fecha de licitación.
- Pt: índice de coste de productos plásticos en el momento de ejecución t.
- Po: índice de coste de productos plásticos en fecha de licitación.
- Qt: índice de coste de productos químicos en el momento de ejecución t.
- Qo: índice de coste de productos químicos en fecha de licitación.
- Rt: índice de coste de áridos y rocas en el momento de ejecución t.
- Ro: índice de coste de áridos y rocas en fecha de licitación.
- St: índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de ejecución t.
- So: índice de coste de materiales siderúrgicos en fecha de licitación.
- Ut: índice de coste del cobre en el momento de ejecución t.
- Uo: índice de coste del cobre en fecha de licitación.

### 7.3 PRECIOS CONTRADICTORIOS

Si fuese necesario establecer un nuevo precio, se procederá a estudiarlo y convenirlo contradictoriamente de la siguiente forma: El adjudicatario presentará por escrito el precio que considera adecuado para la nueva entidad. La Dirección de Obra evaluará este precio y, si ambos coinciden, se formalizará mediante un Acta. En caso de pequeñas diferencias, estas se resolverán mediante exposición y acuerdo entre las partes, formalizando así el precio. Si no se llega a un acuerdo, el Director de Obra propondrá a la propiedad la resolución que considere apropiada, que puede ser la aprobación del precio propuesto o la segregación de la nueva obra para ser ejecutada por administración o por otro adjudicatario.



El precio contradictorio debe fijarse antes de comenzar la nueva unidad de obra. Si la obra ya ha comenzado, el adjudicatario deberá aceptar el precio determinado por el Director de Obra y completar la obra bajo esas condiciones.

#### **7.4 GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA**

En general, se consideran aquellos que están especificados en los capítulos de este Pliego de Prescripciones Técnicas y que se incluyen en los precios unitarios, elementales y/o alzados establecidos por el Contratista, según lo indicado en el apartado segundo de este Artículo.

#### **7.5 EQUIVOCACIONES EN EL PRESUPUESTO**

El Contratista debe haber revisado minuciosamente los documentos del proyecto y al no haber señalado errores o inconsistencias, se asume que acepta las medidas y cantidades estipuladas. Si la obra ejecutada excede el número de unidades previstas, no se aceptará ninguna reclamación adicional; en caso contrario, se descontará del presupuesto el monto correspondiente. En caso de rescisión u otras circunstancias que requieran valorar obras incompletas, se aplicarán los precios de mercado vigentes en ese momento, sin posibilidad de ajustar la valoración fraccionando la obra de manera diferente a la establecida en el presupuesto.

#### **7.6 CARÁCTER PROVISIONAL DE LAS OBRAS PARCIALES**

Las liquidaciones parciales se consideran documentos provisionales a cuenta, sujetos a ajustes y certificaciones según la liquidación final. Estas liquidaciones no implican la aprobación ni la recepción de las obras correspondientes. La propiedad se reserva el derecho de verificar, especialmente al efectuar las liquidaciones parciales, que el Contratista ha cumplido con los pagos de jornales y materiales. Para ello, el Contratista deberá presentar los comprobantes requeridos.

#### **7.7 PAGOS**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos y su importe corresponderá a las certificaciones de obra expedidas.

### **8 PROTECCIÓN DEL ENTORNO**

#### **8.1 TRATAMIENTO DE ACEITES USADOS**

Los aceites usados se consideran residuos tóxicos y peligrosos, y serán regulados por la Ley 20/1986, de 14 de mayo, y su Reglamento. Se incluyen aceites industriales, lubricantes, aceites de motores, sistemas de transmisión, turbinas y sistemas hidráulicos que ya no son aptos para su uso original.



La gestión de estos aceites abarca la recogida, almacenamiento, tratamiento, recuperación, regeneración y combustión, con el objetivo de proteger la salud humana, conservar el medio ambiente y preservar los recursos naturales.

El productor es la persona física o jurídica que genera el aceite usado, ya sea directamente o mediante mandato. Mientras que el Contratista es el responsable de la gestión adecuada del aceite usado generado.

Por otro lado, el Gestor es quien, autorizado, realiza las actividades de gestión de los aceites usados, y el Contratista debe asegurar una gestión correcta del aceite usado, evitando la contaminación de los medios receptores. Queda prohibido:

- Todo vertido de aceite usado en aguas superficiales, interiores, subterráneas, en cualquier zona de mar y en sistemas de alcantarillado o evacuación de aguas residuales.
- Todo depósito o vertido de aceite usado con efectos nocivos sobre el suelo, así como todo vertido incontrolado de residuos derivados del tratamiento del aceite usado.
- Todo tratamiento de aceite usado que provoque una contaminación atmosférica superior al nivel establecido en la legislación sobre protección del ambiente atmosférico.

El Contratista deberá cumplir las prohibiciones recogidas en el apartado anterior, ya sea gestionando el aceite usado directamente o entregándolo a un gestor autorizado. Para ello, deberá:

- Almacenar los aceites usados de forma adecuada, evitando mezclas con agua u otros residuos no oleaginosos.
- Contar con instalaciones adecuadas para conservar los aceites usados hasta su recogida y gestión, y que sean accesibles para los vehículos encargados de dicha recogida.
- Entregar los aceites usados a recolectores autorizados o, con la debida autorización, transportar el aceite al lugar de gestión autorizado.

El Contratista entregará a la Dirección de Obra el documento de control y seguimiento, firmado por el productor y el receptor, y conservará una copia durante un año. El gestor debe enviar al órgano competente copia de estos documentos, conforme a la normativa vigente.

## **9 RECEPCIÓN Y LIQUIDACIÓN**

### **9.1 RECEPCIONES PROVISIONALES**

Para la recepción provisional de las obras, se requerirá la presencia del Propietario, del Director de Obra y del Contratista o su representante autorizado. Si las obras están en buen estado y cumplen con las condiciones establecidas, se aceptarán provisionalmente. Si las



obras no están listas para la recepción, el acta especificará los defectos y las instrucciones del Director de Obra para corregirlos, así como el plazo para hacerlo. Tras la corrección, se realizará un nuevo reconocimiento. Si la obra cumple con las condiciones del Pliego, se levantará el acta por duplicado, junto con los documentos de la liquidación final. Una copia del acta se entregará al Contratista y la otra quedará en poder de la propiedad.

## **9.2 CONSERVACIÓN DE TRABAJOS RECIBIDOS PROVISIONALMENTE**

Al finalizar las obras o en caso de rescisión del contrato, el Contratista debe dejar el edificio desocupado y limpio según el plazo fijado por el Director de Obra. Tras la recepción provisional y si la conservación es responsabilidad del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su mantenimiento y limpieza. El Contratista debe revisar y repasar la obra durante el plazo establecido, y deberá contratar a un vigilante para la obra, siguiendo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

## **9.3 PERIODO DE GARANTÍA**

El Director de Obra podrá solicitar al Contratista referencias bancarias u otras pruebas para verificar que cumple con las condiciones necesarias para el contrato. Estas referencias deben ser presentadas por el Contratista antes de la firma del contrato.

## **9.4 RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Al finalizar el período de garantía, durante el cual el Contratista debe reparar defectos y vicios ocultos, se realizará la recepción definitiva de las obras bajo las mismas condiciones que la provisional. Si las obras están bien conservadas y en condiciones óptimas, el Contratista será liberado de responsabilidad económica. De lo contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que el Director de Obra confirme que las obras cumplen con los requisitos del Pliego, dentro del plazo que marque. Si el Contratista no cumple con las correcciones requeridas, se declarará rescindido el contrato con pérdida de la fianza, salvo que la propiedad decida otorgar un nuevo plazo.

## **9.5 LIQUIDACIÓN FINAL**

Al finalizar las obras y tras la aprobación del Director de Obra, se procederá a la liquidación, que incluirá el importe de las unidades realizadas y las modificaciones del proyecto previamente aprobadas con sus precios correspondientes. El Contratista no podrá reclamar aumentos de obra que no hayan sido autorizados por escrito por la Propiedad con el visto bueno del Director de Obra.

## **9.6 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN**

En caso de rescisión, se realizará una liquidación mediante un contrato liquidatario acordado por ambas partes. Este contrato reflejará el pago por el trabajo realizado hasta la fecha de rescisión.



## **10 MATERIALES**

### **10.1 CONDICIONES DE LOS MATERIALES**

#### **10.1.1 Agua**

El Contratista deberá proporcionar toda el agua limpia necesaria para la construcción, utilizando depósitos de obra si es necesario.

#### **10.1.2 Arena**

Debe ser limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, y libre de sustancias orgánicas y partículas terrosas, tamizándola si es necesario.

#### **10.1.3 Cemento**

Se distinguen los dos siguientes tipos de cementos según su origen:

- Cementos naturales. El cemento natural deberá ser obtenido al moler rocas calizo-arcillosas calcinadas, sin aditivos.
- Cementos artificiales. Deben ser de marcas reconocidas, cumplir con los análisis químicos, mecánicos y de fraguado requeridos, y tener un peso por litro de entre 1,1 y 1,4.

Los cementos, tanto artificiales como naturales, deben ser envasados y almacenados adecuadamente para mantener sus propiedades óptimas para la construcción.

#### **10.1.4 Yesos**

El yeso debe ser puro, estará cocido, sin partes terrosas, y estar bien molido y tamizado. Debe provenir directamente del horno y se debe descartar el que muestre signos de hidratación. Se debe amasar con cuidado y usarlo conforme se necesite. El yeso para enlucido debe ser blanco y bien tamizado. En la obra, se conservará en un lugar seco, elevado del suelo con tablonés. Se adoptará la NTE-RPE "Revestimiento de paramentos. Enfoscado".

#### **10.1.5 Piedra**

La piedra para hormigón debe ser dura, silíceas y consistente. No debe pasar por anillos de más de 8 cm de diámetro, excepto en casos especiales y en fábrica de hormigón armado, en las que deben pasar por anillos de 0,5 a 2,5 cm para elementos finos y de 1 a 6 cm para elementos gruesos. El tamaño de las piedras debe ser uniforme, evitando predominancia de un tamaño sobre otros. Se debe cumplir con las normativas NTE-EFP "Estructuras de fábrica de piedra", y NTE-EFB "Estructuras de fábrica de bloque", así como los requisitos para hormigón según las normas aplicables



### **10.1.6 Hormigones**

Los componentes deben cumplir las características básicas y las especificaciones de las normas y directrices oficiales, incluyendo el Eurocódigo 2 y la NTE-EME 'Estructuras de madera. Encofrados'.

### **10.1.7 Armaduras y acero laminado**

Las armaduras se doblarán en frío, siguiendo los planos e instrucciones de la Dirección Técnica, con errores no mayores a dos centímetros. Se fijarán con alambres o tacos de hormigón y ataduras de alambre o soldaduras, para evitar desplazamientos durante el hormigonado, especialmente los estribos o cercos de pilares. Los recubrimientos mínimos deberán ser respetados. No se hormigonará ningún elemento sin la verificación previa del técnico de la contrata. Para los aceros laminados en la estructura, se aplicarán las normas NBEMV-104 "Ejecución de las estructuras de acero laminado en edificación", NBE-MV-102 "Acero laminado para estructuras de edificación", NBE-MV-105 "Roblones de acero" y el Eurocódigo 3.

### **10.1.8 Maderas**

Las maderas deberán estar sanas, bien curadas y sin deformaciones. Deben estar libres de nudos, carcomas, grietas y otros defectos que indiquen enfermedad del material y que, por lo tanto, conspiran contra la duración y buen aspecto de la obra. Se seguirá lo estipulado en las normas NTE-PPM "Puertas de madera" y NTE-PMA "Mamparas de madera".

### **10.1.9 Vidrios y cristales**

Los cristales serán diáfanos, claros, deslustrados o raspados de color. Serán de gruesos uniformes, perfectamente planos, estarán desprovistos de manchas, burbujas, nubes y otros defectos, debiendo cortarse con limpieza para su colocación.

### **10.1.10 Ladrillos y rastillas**

El ladrillo deberá ser duro, fabricado con buena arcilla y cocido adecuadamente, con fractura uniforme y sin caliches ni huecos. Debe ser plano, bien cortado, con frentes uniformes y color rojizo. Las rastillas deben ser de barro fino, con caras planas y estrías para mejorar la adherencia al yeso. Se seguirá lo establecido en la NTE-EPL "Estructuras de fábrica de ladrillo".

### **10.1.11 Azulejos**

Los ladrillos deben proceder de fábricas acreditadas y tener forma, dimensiones y uniformidad estándar. No se aceptarán ladrillos con grietas, alabeos u otros defectos que afecten su apariencia o resistencia.

### **10.1.12 Colores, aceites, barnices, etc.**

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad.



### **10.1.13 Cimientos**

El macizado de las zanjas solo se realizará con la orden del Director de Obra. Los cimientos se ejecutarán según los planos y conforme al CTE SE-C. Los hormigones y armaduras deben cumplir las condiciones especificadas.

### **10.1.14 Encofrados y moldes**

Se cumplirá lo establecido en el artículo 680 – “Encofrados y moldes” del PG-3 que, aunque se encuentre derogado por Orden FOM/3818/2007 de 10 de diciembre, se aplicará a cualquier elemento constructivo de la obra.

### **10.1.15 Materiales no utilizables o defectuosos**

Los materiales y aparatos no se podrán usar ni colocar sin la previa aprobación del Director de Obra según los Pliegos de Condiciones. Los costos de ensayos y pruebas correrán por cuenta del Contratista. Si los materiales no cumplen con los requisitos, el Director ordenará su reemplazo por otros que sí lo hagan.

## **11 UNIDADES DE OBRA**

### **11.1 EXCAVACIÓN EN CUALQUIER TIPO DE TERRENO**

#### **11.1.1 Definición y alcance**

Se entiende por excavación el conjunto de operaciones para excavar y nivelar el área destinada a la obra. Esto incluye:

- El replanteo de las características geométricas del sitio.
- Pistas de acceso a los niveles de excavación y terraplén, y enlaces entre las partes de la obra y el sistema de comunicación existente.
- Excavación desde la superficie, tras el desbroce, hasta los límites del proyecto o indicados por el Director de Obra, incluyendo banquetas para acopios y cualquier saneo necesario.
- Así mismo se incluyen las medidas auxiliares de protección necesarias, tales como:
  - Ejecución del saneo por lotes, seguido del relleno inmediato antes de abrir el siguiente.
  - Monitoreo de las vibraciones de la maquinaria.
- Operaciones de carga, transporte y descarga en áreas de almacenamiento provisional y en el lugar de empleo o vertedero, incluyendo cualquier reubicación de material y su compactación en el vertedero.
  - Conservación adecuada de los materiales, incluyendo gastos asociados a préstamos, almacenamiento y vertederos.



- Agotamientos y drenajes necesarios, incluyendo su mantenimiento en óptimas condiciones.
- Extracción de tierra vegetal para uso en siembras y plantaciones.

### **11.1.2 Ejecución de las obras**

La excavación se llevará a cabo según las profundidades y zonas indicadas en el Proyecto, previa aprobación del Director de Obra para las áreas de acopio y el plano correspondiente. Se evitará la compactación de la tierra vegetal usando técnicas que eviten el paso de maquinaria pesada sobre ella. El sistema de excavación deberá ser adecuado a las condiciones del terreno y aprobado por el Director de Obra. Los materiales útiles obtenidos serán propiedad de la Diputación de Cantabria y se transportarán a los depósitos designados por el Director. La explanada se construirá con pendiente adecuada para el drenaje, y se realizarán zanjas y cunetas provisionales según sea necesario para evitar erosiones en las excavaciones.

### **11.1.3 Control de calidad**

El objetivo es verificar que las superficies excavadas cumplan con las especificaciones de los Planos y Pliegos Técnicos. Se comprobarán las cotas del replanteo del eje. Las irregularidades que superen las tolerancias permitidas deberán ser corregidas por el Contratista. El exceso de excavación no se considerará para medición ni pago. Se llevarán a cabo monitorizaciones según lo especificado anteriormente.

### **11.1.4 Medición y abono**

La excavación del terreno se medirá en m<sup>3</sup>. Las sobreexcavaciones serán aprobadas únicamente por el Director de Obra. El precio de la excavación no cambiará, independientemente de la distancia de transporte o el lugar de vertido. El Contratista cubrirá los costos de cánones de uso, la construcción de pistas de acceso, y el extendido y compactación en el vertedero del proyecto. No se incluirán los gastos para las obras de drenaje ni para las contenciones en los vertederos.

## **11.2 RELLENO DE ZAHORRA**

### **11.2.1 Definición y alcance**

Consiste en extender y compactar material granular de préstamo en las áreas especificadas en el Proyecto para permitir el uso de maquinaria eficiente. Zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la compone es de tipo continuo. En esta unidad de obra se incluye:

- La obtención, carga, transporte y descarga del material para zahorra artificial, tanto en el almacenamiento provisional como en el lugar de empleo final.
- La extensión, humectación o desecación, y compactación de los materiales en capas.
- La escarificación y compactación de capas, si es necesario.



- Todo trabajo, maquinaria, material o elemento auxiliar necesario para la correcta y eficiente ejecución.

### **11.2.2 Ejecución de las obras**

Se establecerá un tramo de ensayo, aprobado por el Director de Obras, para evaluar los materiales locales en cuanto a humedad, maquinaria, número de pasadas de compactación, espesor de tongadas, y otras particularidades. Se probarán diferentes combinaciones de humedad y pasadas para al menos cuatro tongadas.

Con esta información se elaborará un programa de ejecución que requerirá la aprobación del Director de Obras.

La compactación de las tongadas de zavorra se realizará con un compactador vibrador pesado de al menos 15 t, con una carga estática mínima de 300 N/cm y amplitudes y frecuencias adecuadas para alcanzar una alta compactación. La última tongada, una vez compactada, debe quedar a 200 cm por debajo de la rasante final.

La zavorra artificial no se extenderá hasta verificar que la superficie de asentamiento cumpla con las condiciones de calidad y forma especificadas y las tolerancias establecidas. Las irregularidades o defectos que superen las tolerancias se corregirán antes de comenzar la colocación, según lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La humedad óptima de compactación, determinada mediante el ensayo "Proctor Modificado" según la Norma NLT-109/72, podrá ajustarse según el equipo de compactación utilizado. Los materiales se extenderán en tongadas de diez centímetros (10 cm) una vez aceptada la superficie de asiento, evitando segregaciones y contaminaciones.

Las capas de zavorra artificial se aplicarán solo si la temperatura ambiente a la sombra es superior a 2 °C. Los trabajos se suspenderán si la temperatura cae por debajo de este umbral.

### **11.2.3 Control de calidad**

Al inicio de cada jornada, se realizará un control de recepción del material, asegurando que la densidad seca alcance al menos el 95% de la máxima obtenida en el ensayo de Próctor Modificado (Norma NLT-108/72).

Para los ensayos de humedad y densidad se podrán utilizar métodos rápidos no destructivos, como isótopos radiactivos o picnómetros de aire, siempre que se haya comprobado previamente su correspondencia con las Normas NLT-102/72 y NLT-109/72. La relación entre E2 y E1 debe ser inferior a 2,2.



#### **11.2.4 Medición y abono**

La zahorra artificial se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>). El pago se realizará aplicando la medición al precio establecido en el Cuadro de Precios Nº 1 perteneciente al Documento Nº4 “Presupuesto y mediciones”.

### **11.3 CIMENTACIÓN**

#### **11.3.1 Definición y alcance**

Consiste en realizar la cimentación de la nave industrial según los Planos del Documento Nº2 y el Anejo Nº2 referente a la Geología y Geotecnia. Se debe rellenar con material granular según el Anejo y colocar una capa de hormigón de limpieza de al menos 10 cm bajo cada zapata, cumpliendo con el empotramiento mínimo de 1 m según el CTE SE-C.

#### **11.3.2 Armadura**

Se aplicarán las especificaciones del artículo 600 – “Armadura a emplear en hormigón armado” del PG-3.

- Materiales:
  - Según artículo C240 “Barras corrugadas para hormigón estructural”.
  - Según artículo C241 “Mallas electrosoldadas”.
  - Según artículo C242 “Armaduras básicas electrosoldadas en celosía”.
- Forma y dimensiones:
  - Se seguirán las formas y dimensiones indicadas en el proyecto.
- Doblado:
  - El doblado de las armaduras se realizará conforme al apartado 69.3.4 “Doblado” del Eurocódigo 2.
  - Almacenamiento: El Contratista almacenará y clasificará la armadura por diámetro en el lugar adecuado para su conservación y fácil identificación.
- Colocación:
  - La colocación se realizará según el apartado 69.4.1 “Distancias entre barras de armadura pasiva” del Eurocódigo 2.
- Control de calidad:
  - El control de calidad se efectuará conforme al artículo 87 “Control del acero para armaduras pasivas” del Eurocódigo 2, y se ajustará al nivel definido en el proyecto para cada estructura.
- Medición y abono:
  - Las armaduras de acero para hormigón armado se medirán en kilogramos (kg), basándose en los pesos unitarios indicados en los Planos del Proyecto. El precio incluye el acero y los medios auxiliares necesarios, conforme al Eurocódigo 2.



### 11.3.3 Hormigón

Se aplicarán las especificaciones establecidas en el artículo 610 – “Hormigones” del PG-3.

- Materiales:
  - El hormigón será suministrado por una central con Marca de Calidad oficialmente reconocida, por lo que no se requerirá comprobación adicional según el artículo 85 – “Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los materiales del hormigón” del Eurocódigo 2.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo:
  - La consistencia del hormigón se medirá con el cono de Abrams, conforme a la norma UNE 83313.
  - El curado del hormigón se realizará según el artículo 71.6 – “Curado del hormigón” del Eurocódigo 2. Si se emplea la técnica de mantener húmedas las superficies, el curado mínimo será de tres días.
- Control de calidad:
  - Se seguirá lo indicado en el Título 8 – “Control” del Eurocódigo 2. El nivel de calidad será el especificado en el proyecto para cada estructura.
- Medición y abono:
  - La medición y abono se harán según el artículo 610.10 del PG-3. Las unidades de medida serán metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de hormigón, especificando la resistencia o dosificación y la cantidad media de acero. Este monto incluirá recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado, conforme al Eurocódigo 2, con o sin encofrado.

### 11.3.4 Ejecución de las obras

Se realizará una primera excavación de 500 mm en toda la parcela, seguida de un relleno con zahorra natural. Luego, se hará una segunda excavación en las áreas de cimentación. Finalmente, se extenderá una capa de zahorra bajo la cimentación y se aplicará hormigón de limpieza según lo indicado en el proyecto.

- Zahorra: De acuerdo con las especificaciones del apartado “Rellenos”.
- Hormigón de Limpieza: Suministro, vertido, vibrado y extendido de hormigón HM-20 para limpieza, relleno y nivelación de fondos de cimentación, según la NTE-CSZ y el Eurocódigo 2.
- Zapatas: Hormigón HA-25 con árido máximo de 30 mm y acero B-500S. Dimensiones según planos.



## 11.4 ESTRUCTURA METÁLICA

### 11.4.1 Definición y alcance

Esta sección abarca los elementos metálicos de los pórticos planos, vigas, soportes con nudos articulados, rígidos o semirrígidos, hechos de perfiles comerciales o piezas armadas. La ejecución de la estructura metálica se llevará a cabo cumpliendo con lo establecido en el Anejo Nº12 “Cálculo Estructural” y en el documento Nº 2 “Planos”.

### 11.4.2 Ejecución de las obras

La estructura se realizará con acero laminado en caliente, mientras que las correas serán de acero conformado. El cálculo incluirá todos los elementos y deberá cumplir con la normativa vigente CTE-SE A.

La forma, dimensiones y materiales, incluyendo la pintura, seguirán las especificaciones del Proyecto.

Operaciones previas:

- Corte: Se realizará con sierra, cizalla o corte térmico.
- Conformado: El acero se puede doblar, prensar o forjar en frío o caliente, sin afectar sus características según el CTE DBSE A, apartado 10.2.2. Los radios mínimos para conformado en frío deben cumplir dicho apartado.
- Perforación: Se hará con taladro o proceso equivalente. El punzonado es admisible para materiales de hasta 2.5 cm de espesor, siempre que el espesor no exceda el diámetro del agujero.
- Ángulos y entallas: Deben tener un radio mínimo de 5 mm.

### 11.4.3 Control de calidad

Las desviaciones geométricas máximas se ajustarán a las tolerancias establecidas en el CTE DB-SE A, apartado 11, para los elementos estructurales, la estructura montada, y su fabricación en taller y partes adyacentes.

### 11.4.4 Medición y abono

Se detallarán las partidas agrupando elementos con características similares:

- Kilogramos (kg) de acero en perfiles comerciales, indicando la clase de acero y el tipo de perfil.
- Kilogramos (kg) de acero en piezas soldadas, detallando la clase de acero, tipo de perfil e incluyendo la soldadura.
- Kilogramos (kg) de acero en soportes compuestos, detallando la clase de acero, tipo de perfil e incluyendo elementos de enlace y sus uniones.



- Unidad de nudo con rigidizadores, especificando el tipo de nudo y la soldadura, incluyendo los cordones de soldadura.
- Unidad de nudo sin rigidizadores, especificando el tipo de nudo y los cordones de soldadura.
- Unidad de placa de anclaje en cimentación, incluyendo anclajes y rigidizadores, especificando el tipo de placa.
- Metro cuadrado de pintura anticorrosiva, especificando tipo de pintura, número de capas y espesor.
- Metro cuadrado de protección contra el fuego, especificando el tipo y espesor de la protección.

## **11.5 CUBIERTA**

### **11.5.1 Definición y alcance**

Incluye la instalación de la cubierta inclinada tipo panel sándwich intercalada con lucernarios según las especificaciones del Documento Nº1 “Memoria y Anejos” en la parte de la Memoria descriptiva y desarrollado en el Anejo Nº10 (“Acciones sobre la edificación”).

### **11.5.2 Medición y abono**

Se medirá por metro cuadrado de cubierta terminada, medida en los planos inclinados, e incluirá solapes, mermas, roturas, accesorios, colocación, sellado, protección durante la obra y limpieza final. No se incluyen canalones ni sumideros.

## **11.6 CARPINTERÍAS**

### **11.6.1 Definición y alcance**

Puertas (plegables, abatibles, correderas) y ventanas (fijas, abatibles, correderas, oscilobatientes, pivotantes) pueden ser metálicas, de madera, plástico o vidrio templado. Serán instaladas con cerco o precerco, e incluirán junquillos, patillas, tornillos y accesorios.

### **11.6.2 Medición y abono**

Metro cuadrado de carpintería terminada, que incluye herrajes, accesorios, colocación, sellado, pintura o barniz, protección durante la obra y limpieza final.

## **11.7 FACHADAS DE PANELES PESADOS**

### **11.7.1 Definición y alcance**

Cerramientos no estructurales de edificios, hechos de paneles sándwich prefabricados.

### **11.7.2 Medición y abono**

Metro cuadrado de cerramiento terminado, incluyendo paneles, juntas, sellado, piezas de anclaje y limpieza final.



## **11.8 PARTICIONES**

### **11.8.1 Definición y alcance**

Tabiques de paneles prefabricados de yeso machihembrado, unidos con adhesivos de yeso, que forman las particiones.

### **11.8.2 Medición y abono**

Metro cuadrado de tabique de paneles prefabricados de yeso, listo para pintar, incluyendo replanteo, corte y colocación de placas, nivelación, formación de ángulos, paso de instalaciones, acabado de juntas, mermas, accesorios de fijación y limpieza.

DOCUMENTO N°4:  
PRESUPUESTO Y MEDICIONES



## CONTENIDO

1	MEDICIONES.....	3
2	CUADRO DE PRECIO Nº1 .....	9
3	CUADRO DE PRECIOS Nº2 .....	12
4	PRESUPUESTO .....	22
5	RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	27



# 1 MEDICIONES

## 01 DERRIBO DE LA EDIFICACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición
1.1	M <sup>2</sup>	DEMOLICIÓN EDIFICIO	
			<b>Total m<sup>2</sup> : 2.292,000</b>

## 02 ADECUACIÓN DEL TERRENO

Nº	Ud	Descripción	Medición
2.1	M <sup>2</sup>	<p>Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.</p> <p>Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
			<b>Total m<sup>2</sup> : 11.510,000</b>

## 03 CIMENTACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición
3.1	M <sup>3</sup>	<p>Excavación de cimentación (zapatas asiladas), a realizar en terreno de consistencia floja y por medios mecánicos, con extracción de tierra a los bordes, con carga sobre camión y transporte dentro de la obra para su posterior transporte a vertedero, todo ello llevado a cabo con medios auxiliares y sin medidas de protección colectivas. Contando con el relleno con material de aporte.</p>	
			<b>Total m<sup>3</sup> : 23,940</b>
3.2	M <sup>3</sup>	<p>Relleno localizado con hormigón en masa HM-15/B/20/X0, fabricado en central y vertido desde camión.</p> <p>Incluye: Puesta en obra del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
			<b>Total m<sup>3</sup> : 3,990</b>
3.3	M <sup>3</sup>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
			<b>Total m<sup>3</sup> : 17,712</b>



3.4	M <sup>3</sup>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>1,728</b>
3.5	M <sup>3</sup>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>0,900</b>
3.6	M <sup>3</sup>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	<b>Total m<sup>3</sup> :</b>	<b>3,600</b>
3.7	M <sup>2</sup>	<p>Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Conexión, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p>	<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>4.116,000</b>
3.8	Ud	PLACA DE ANCLAJE S275 1000 x 600 x 25 mm	<b>Total ud :</b>	<b>45,000</b>
3.9	Ud	PLACA DE ANCLAJE 720 x 400 x 25 mm	<b>Total ud :</b>	<b>15,000</b>



## 04 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición
4.1	Kg	ACERO PILARES HEB-500	Total kg : 61.117,200
4.2	Kg	ACERO DINTELES HEB-600	Total kg : 57.042,720
4.3	Kg	PILAR DE FACHADA IPE-360	Total kg : 4.967,040
4.4	Kg	PILAR DE FORJADO IPE-180	Total kg : 169,207
4.5	Kg	ACERO CORREAS C120 X 1.5	Total kg : 9.909,460
4.6	Kg	ACERO DE VIGUETAS TCAR 120 X 3.2	Total kg : 2.939,580
4.7	Kg	ACERO DE ARRIOSTRAMIENTOS TCAR 120 X 3.2	Total kg : 5.739,230
4.8	Kg	ACERO DE ARRIOSTRAMIENTO ROND 8	Total kg : 47,100
4.9	Kg	ACERO VIGAS DE FORJADO IPE-400	Total kg : 5.171,486

## 05 CERRAMIENTOS DE CUBIERTA, FACHADA Y ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES

Nº	Ud	Descripción	Medición
5.1	M <sup>2</sup>	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente igual o mayor del 10%.	Total m <sup>2</sup> : 2.068,080
5.2	M <sup>2</sup>	Lucernario a un agua en cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes. Con placas translúcidas planas de policarbonato celular, de 30 mm de espesor. Incluso accesorios de fijación de las placas y silicona neutra oxímica, para sellado de juntas. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas. Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	Total m <sup>2</sup> : 2.068,080



<b>5.3</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<p>Fachada de paneles sándwich de acero galvanizado, de 50 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por cara exterior de chapa microgrecada acabado prelacado, rc3 y ruv2, según une-en 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 120 kg/m<sup>3</sup>, y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, conductividad térmica 0,69 w/(mk), euroclase a2-s1, d0 de reacción al fuego según une-en 13501-1, resistencia al fuego ei 30 según une-en 1366-1, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. Incluye: replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: superficie medida según documentación gráfica de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>.</p> <p>Criterio de medición de obra: se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m<sup>2</sup>.</p>	<b>Total m<sup>2</sup> : 1.716,050</b>
<b>5.4</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES	<b>Total m<sup>2</sup> : 34,000</b>
<b>5.5</b>		<p>Forjado de losa mixta, canto 10 cm, con chapa colaborante de acero galvanizado de 0,75 mm de espesor, 44 mm de canto y 172 mm de intereje, y capa de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,062 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía total de 1 kg/m<sup>2</sup>, y malla electrosoldada ME 15x30 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080</p>	<b>Total : 1,000</b>

## 06 ACABADOS Y DETALLES

Nº	Ud	Descripción	Medición
<b>6.1 CERRAJERÍA Y CARPINTERÍA</b>			
<b>6.1.1</b>	<b>Ud</b>	<p>Fijo lateral de una hoja de 38 mm de espesor, anchura total entre 200 y 710 mm y altura total entre 1501 y 2000 mm, acabado galvanizado con tratamiento antihuellas, formado por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre marco de acero galvanizado de 1 mm de espesor con patillas de anclaje a obra.</p>	<b>Total ud : 20,000</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Ud</b>	<p>Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 3 y 3,5 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura de acero galvanizado, cuadro de maniobra, pulsador, fotocélula de seguridad y mecanismos, fijada mediante atornillado en obra de fábrica.</p> <p>Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Colocación y anclaje del marco con la estructura de acero. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexión eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>	<b>Total ud : 2,000</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Ud</b>	<p>Escalera metálica recta de 1,00m de ancho total, para una planta de altura libre 3m, formada por dos zancas de IPN 160, peldaños de chapa estriada de 5mm de espesor con bocel de 5cm y barandilla metálica realizada con tubos rectangulares (barandilla no incluida en esta valoración), totalmente instalada.</p>	<b>Total ud : 1,000</b>
<b>6.1.4</b>	<b>M</b>	<p>Barandilla de escalera de 90 cm de altura, con pasamanos de 50x40 mm, pilastras de 40x40 mm, cada 70 cm, barandal superior a 12 cm del pasamanos e inferior a 3 cm, en perfil de 40x40 mm, y barrotes verticales de 30x15 mm a 10 cm.</p>	<b>Total m : 8,200</b>



- 6.1.5 Ud** Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 600x600 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco:  $U_{h,m} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ ; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra.  
Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería.  
Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio.  
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.  
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.
- Total Ud : 11,000**

## 6.2 URBANIZACIÓN DE LA PARCELA

- 6.2.3 M** CIERRE DE PARCELA
- Total m : 523,170**
- 6.2.4 Ud** Suministro y colocación de portón corredera de 2.5x2 para acceso a parcela de vehículos ligeros, realizada sin dintel, formada por una hoja construida con zócale de chapa plegada de acero galvanizado hasta un altura de 50 cm, mientras el resto de la hoja estaría formada por barrotes verticales e iría completamente pintada en colo a elegir por la propiedad, equipo motriz monofásico con velocidad de apertura de 0,2 m/s. Armadiro metálico estanco para componentes electrónicos de maniobra, receptor, emisor, bicanal, fotocélula de seguridad, y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.
- Total ud : 1,000**

## 07 CONTROL DE CALIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición
7.1	P.a	ENSAYO HORMIGÓN 1-50 M3 EN LA CIMENTACIÓN DE LA NAVE	
			<b>Total P.A : 1,000</b>
7.2	Ud	ENSAYO COMPLETO MALLAS DE ACERO	
			<b>Total ud : 3,000</b>
7.3	Ud	ENSAYO CON LIQUIDO PENETRANTE EN SOLDADURAS	
			<b>Total ud : 1,000</b>
7.4	Ud	ENSAYO IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA	
			<b>Total ud : 1,000</b>

## 08 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición
8.2	P.a	TRANSPORTE DE RCDs A PLANTA DE TRATAMIENTO	
			<b>Total P.A : 1,000</b>



## 09 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	
9.1	P.a	SEGURIDAD Y SALUD		
			<b>Total P.A :</b>	<b>1,000</b>
9.2	P.a	LIMPIEZA Y ENTREGA DE OBRA		
			<b>Total P.A :</b>	<b>1,000</b>

## 10 PROTECCIÓN CONTRA INDENCIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	
10.1	Ud	SEÑALIZACIÓN		
			<b>Total ud :</b>	<b>16,000</b>
10.2	Ud	EXTINTOR PORTÁTIL 5kg		
			<b>Total ud :</b>	<b>6,000</b>
10.3	Ud	CENTRAL DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS, CONVENCIONAL		
			<b>Total Ud :</b>	<b>2,000</b>
10.4	Ud	EXTINTOR 4kg CARGA CO2		
			<b>Total ud :</b>	<b>1,000</b>
10.5	Ud	PULSADOR DE ALARMA, CONVENCIONAL		
			<b>Total Ud :</b>	<b>5,000</b>
10.6	M	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA		
			<b>Total m :</b>	<b>329,000</b>
10.7	Ud	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA		
			<b>Total Ud :</b>	<b>4,000</b>
10.8	Ud	GRUPO DE PRESIÓN		
			<b>Total Ud :</b>	<b>1,000</b>
10.9	M <sup>2</sup>	PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS DE ESTRUCTURA METÁLICA, CON PINTURA INTUMESCENTE		
			<b>Total m<sup>2</sup> :</b>	<b>5.852,210</b>



## 2 CUADRO DE PRECIO Nº1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1	<b>1 DERRIBO DE LA EDIFICACIÓN</b> m <sup>2</sup> DEMOLICIÓN EDIFICIO	100,00 €	CIEN EUROS
2.1	<b>2 ADECUACIÓN DEL TERRENO</b> m <sup>2</sup> DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	1,30 €	UN EURO CON TREINTA CÉNTIMOS
3.1	<b>3 CIMENTACIÓN</b> m <sup>3</sup> EXCAVACIÓN MECÁNICA DE CIMENTACIONES EN TERRENOS FLOJOS	1.796,67 €	MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.2	m <sup>3</sup> HORMIGÓN DE LIMPIEZA H-150	103,49 €	CIENTO TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
3.3	m <sup>3</sup> ZAPATA TIPO 1	199,82 €	CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
3.4	m <sup>3</sup> ZAPATA TIPO 2	199,82 €	CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
3.5	m <sup>3</sup> ZAPATA TIPO 3	199,82 €	CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
3.6	m <sup>3</sup> ZAPATA TIPO 4	199,82 €	CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS
3.7	m <sup>2</sup> SOLERA DE LA NAVE	15,77 €	QUINCE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.8	ud PLACA DE ANCLAJE S275 1000 x 600 x 25 mm	256,19 €	DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
3.9	ud PLACA DE ANCLAJE 720 x 400 x 25 mm	171,72 €	CIENTO SETENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
4.1	<b>4 ESTRUCTURA</b> kg ACERO PILARES INTERIORES Y DE ESQUINA HEB-500	1,69 €	UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.2	kg ACERO DINTELES HEB-500	1,69 €	UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.3	kg ACERO PILAR DE FACHADA IPE-360	1,69 €	UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.4	kg ACERO PILAR DE FORJADO IPE-180	1,69 €	UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
4.5	kg ACERO CORREAS C120 X 1.5	1,83 €	UN EURO CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
4.6	kg ACERO DE VIGUETAS TCAR 120 X 3.2	1,81 €	UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
4.7	kg ACERO DE ARRIOSTRAMIENTOS TCAR 120 X 3.2	1,81 €	UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
4.8	kg ACERO DE ARRIOSTRAMIENTO ROND 8	1,81 €	UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS
4.9	kg ACERO VIGAS DE FORJADO IPE-400	1,69 €	UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
5.1	<b>5 CERRAMIENTOS DE CUBIERTA, FACHADA Y ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES</b> m <sup>2</sup> CUBIERTA INCLINADA DE PANELES SÁNDWICH AISLANTES	40,99 €	CUARENTA EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS



5.2	m <sup>2</sup> LUCERNARIO DE PLACAS TRANSLÚCIDAS, EN CUBIERTA INCLINADA DE PANELES SÁNDWICH AISLANTES	49,39 €	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
5.3	m <sup>2</sup> FACHADA DE PANELES SÁNDWICH AISLANTES, DE ACERO	57,26 €	CINCUENTA Y SIETE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
5.4	m <sup>2</sup> ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES	16,93 €	DIECISEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
5.5	FORJADO DE LOSA MIXTA CON CHAPA COLABORANTE	9.957,27 €	NUEVE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
<b>6 ACABADOS Y DETALLES</b>			
<b>6.1 CERRAJERÍA Y CARPINTERÍA</b>			
6.1.1	ud PUERTAS	99,19 €	NOVENTA Y NUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
6.1.2	ud PUERTA INDUSTRIAL APILABLE DE APERTURA RÁPIDA, DE LONA DE PVC	370,13 €	TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
6.1.3	ud ESCALERA METÁLICA CON PELDAÑOS DE CHAPA	1.989,11 €	MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
6.1.4	m BARANDA ESCALERA TUBO ACERO	83,39 €	OCHENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
6.1.5	Ud VENTANA DE PVC CORREDERA DE DOS HOJAS	233,06 €	DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON SEIS CÉNTIMOS
<b>6.2 URBANIZACIÓN DE LA PARCELA</b>			
6.2.1	m <sup>2</sup> ACERA DE ACCESO PARA PEATONES A NAVE	206,25 €	DOSCIENTOS SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
6.2.2	m SEÑALIZACIÓN Y PINTURA VIAL	315,00 €	TRESCIENTOS QUINCE EUROS
6.2.3	m CIERRE DE PARCELA	18,96 €	DIECIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.2.4	ud PORTÓN CORREDERA ACCESO	1.756,42 €	MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
<b>7 CONTROL DE CALIDAD</b>			
7.1	P.A ENSAYO HORMIGÓN 1-50 M3 EN LA CIMENTACIÓN DE LA NAVE	1.732,27 €	MIL SETECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS
7.2	ud ENSAYO COMPLETO MALLAS DE ACERO	49,13 €	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS
7.3	ud ENSAYO CON LIQUIDO PENETRANTE EN SOLDADURAS	366,31 €	TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
7.4	ud ENSAYO IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA	152,33 €	CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>8 GESTIÓN DE RESIDUOS</b>			
8.1	m <sup>3</sup> TRANSPORTE A VERTEDERO DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN	10.639,58 €	DIEZ MIL SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
8.2	P.A TRANSPORTE DE RCDs A PLANTA DE TRATAMIENTO	2.813,43 €	DOS MIL OCHOCIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
<b>9 SEGURIDAD Y SALUD</b>			
9.1	P.A SEGURIDAD Y SALUD	5.155,84 €	CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
9.2	P.A LIMPIEZA Y ENTREGA DE OBRA	1.085,44 €	MIL OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
<b>10 PROTECCIÓN CONTRA INCEDIOS</b>			
10.1	ud SEÑALIZACIÓN	13,43 €	TRECE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS



10.2	ud EXTINTOR PORTÁTIL 5kg	<b>64,26 €</b>	SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
10.3	Ud CENTRAL DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS, CONVENCIONAL	<b>275,58 €</b>	DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
10.4	ud EXTINTOR 4kg CARGA CO2	<b>141,11 €</b>	CIENTO CUARENTA Y UN EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
10.5	Ud PULSADOR DE ALARMA, CONVENCIONAL	<b>35,16 €</b>	TREINTA Y CINCO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS
10.6	m RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	<b>21,48 €</b>	VEINTIUN EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
10.7	Ud BOCA DE INCENDIO EQUIPADA	<b>423,23 €</b>	CUATROCIENTOS VEINTITRES EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
10.8	Ud GRUPO DE PRESIÓN	<b>7.115,43 €</b>	SIETE MIL CIENTO QUINCE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
10.9	m <sup>2</sup> PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS DE ESTRUCTURA METÁLICA, CON PINTURA INTUMESCENTE	<b>15,78 €</b>	QUINCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS



### 3 CUADRO DE PRECIOS Nº2

Código	Ud	Descripción	
1.1	m <sup>2</sup>	<b>DEMOLICIÓN EDIFICIO</b>	
		Sin descomposición	100,00 €
			Total por m <sup>2</sup> 100,00
		Son CIENTO EUROS por m <sup>2</sup>	
2.1	m <sup>2</sup>	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	
		Mano de obra	0,19 €
		Maquinaria	1,08 €
		Medios auxiliares	0,03 €
			Total por m <sup>2</sup> 1,30
		Son UN EURO CON TREINTA CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
3.1	m <sup>3</sup>	Excavación de cimentación (zapatas asiladas), a realizar en terreno de consistencia floja y por medios mecánicos, con extracción de tierra a los bordes, con carga sobre camión y transporte dentro de la obra para su posterior transporte a vertedero, todo ello llevado a cabo con medios auxiliares y sin medidas de protección colectivas. Contando con el relleno con material de aporte.	
		Mano de obra	361,57 €
		Maquinaria	1.435,10 €
			Total por m <sup>3</sup> 1.796,67
		Son MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	
3.2	m <sup>3</sup>	Relleno localizado con hormigón en masa HM-15/B/20/X0, fabricado en central y vertido desde camión. Incluye: Puesta en obra del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	
		Mano de obra	23,39 €
		Maquinaria	1,07 €
		Materiales	77,00 €
		Medios auxiliares	2,03 €
			Total por m <sup>3</sup> 103,49
		Son CIENTO TRES EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	



<b>3.3</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
		Mano de obra	14,48 €
		Materiales	181,42 €
		Medios auxiliares	3,92 €
		<b>Total por m<sup>3</sup></b>	<b>199,82</b>
		Son CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	
<b>3.4</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
		Mano de obra	14,48 €
		Materiales	181,42 €
		Medios auxiliares	3,92 €
		<b>Total por m<sup>3</sup></b>	<b>199,82</b>
		Son CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	
<b>3.5</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
		Mano de obra	14,48 €
		Materiales	181,42 €
		Medios auxiliares	3,92 €
		<b>Total por m<sup>3</sup></b>	<b>199,82</b>
		Son CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	



3.6	<b>m<sup>3</sup></b>	<p>Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m<sup>3</sup>. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.</p> <p>Incluye: Replanteo y trazado de las zapatas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas. Colocación de separadores y fijación de las armaduras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Curado del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p>	
		Mano de obra	14,48 €
		Materiales	181,42 €
		Medios auxiliares	3,92 €
		Total por m <sup>3</sup>	199,82
		Son CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS por m <sup>3</sup>	
3.7	<b>m<sup>2</sup></b>	<p>Solera de hormigón en masa de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HM-20/B/20/X0 fabricado en central y vertido desde camión, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.</p> <p>Criterio de valoración económica: El precio no incluye la base de la solera.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Conexionado, anclaje y emboquillado de las redes de instalaciones proyectadas. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Replanteo de las juntas de retracción. Corte del hormigón. Limpieza final de las juntas de retracción.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.</p>	
		Mano de obra	4,84 €
		Maquinaria	1,51 €
		Materiales	9,11 €
		Medios auxiliares	0,31 €
		Total por m <sup>2</sup>	15,77
		Son QUINCE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
3.8	<b>ud</b>	PLACA DE ANCLAJE S275 1000 x 600 x 25 mm	
		Sin descomposición	256,19 €
		Total por ud	256,19
		Son DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS por ud	
3.9	<b>ud</b>	PLACA DE ANCLAJE 720 x 400 x 25 mm	
		Sin descomposición	171,72 €
		Total por ud	171,72
		Son CIENTO SETENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS por ud	
4.1	<b>kg</b>	ACERO PILARES HEB-500	
		Sin descomposición	1,69 €



			Total por kg	1,69
		Son UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por kg		
4.2	kg	ACERO DINTELES HEB-600		
		Sin descomposición		1,69 €
			Total por kg	1,69
		Son UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por kg		
4.3	kg	PILAR DE FACHADA IPE-360		
		Sin descomposición		1,69 €
			Total por kg	1,69
		Son UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por kg		
4.4	kg	PILAR DE FORJADO IPE-180		
		Sin descomposición		1,69 €
			Total por kg	1,69
		Son UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por kg		
4.5	kg	ACERO CORREAS C120 X 1.5		
		Sin descomposición		1,83 €
			Total por kg	1,83
		Son UN EURO CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS por kg		
4.6	kg	ACERO DE VIGUETAS TCAR 120 X 3.2		
		Sin descomposición		1,81 €
			Total por kg	1,81
		Son UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS por kg		
4.7	kg	ACERO DE ARRIOSTRAMIENTOS TCAR 120 X 3.2		
		Sin descomposición		1,81 €
			Total por kg	1,81
		Son UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS por kg		
4.8	kg	ACERO DE ARRIOSTRAMIENTO ROND 8		
		Sin descomposición		1,81 €
			Total por kg	1,81
		Son UN EURO CON OCHENTA Y UN CÉNTIMOS por kg		
4.9	kg	ACERO VIGAS DE FORJADO IPE-400		
		Sin descomposición		1,69 €
			Total por kg	1,69
		Son UN EURO CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por kg		
5.1	m <sup>2</sup>	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente igual o mayor del 10%. Mano de obra		2,80 €



Materiales	37,39 €
Medios auxiliares	0,80 €
Total por m <sup>2</sup>	40,99

Son CUARENTA EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m<sup>2</sup>

<b>5.2</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	Lucernario a un agua en cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes. Con placas translúcidas planas de policarbonato celular, de 30 mm de espesor. Incluso accesorios de fijación de las placas y silicona neutra oxímica, para sellado de juntas. Criterio de valoración económica: El precio no incluye la estructura soporte. Incluye: Colocación y fijación de las placas. Resolución del perímetro interior y exterior del conjunto. Sellado elástico de juntas. Criterio de medición de proyecto: Superficie del faldón medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.	
		Mano de obra	6,56 €
		Materiales	41,86 €
		Medios auxiliares	0,97 €
		Total por m <sup>2</sup>	49,39

Son CUARENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m<sup>2</sup>

<b>5.3</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	Fachada de paneles sándwich de acero galvanizado, de 50 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formados por cara exterior de chapa microgrecada acabado prelacado, rc3 y rvv2, según une-en 10169, de 0,5 mm de espesor, alma aislante de lana de roca de densidad media 120 kg/m <sup>3</sup> , y cara interior de chapa nervada acabado prelacado, de 0,5 mm de espesor, conductividad térmica 0,69 w/(mk), euroclase a2-s1, d0 de reacción al fuego según une-en 13501-1, resistencia al fuego ei 30 según une-en 1366-1, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich. Criterio de valoración económica: el precio no incluye la estructura soporte ni la resolución de puntos singulares. Incluye: replanteo de los paneles. Corte, preparación y colocación de los paneles. Sellado de juntas. Fijación mecánica de los paneles. Criterio de medición de proyecto: superficie medida según documentación gráfica de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m <sup>2</sup> . Criterio de medición de obra: se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m <sup>2</sup> .	
		Mano de obra	9,62 €
		Materiales	46,52 €
		Medios auxiliares	1,12 €
		Total por m <sup>2</sup>	57,26

Son CINCUENTA Y SIETE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS por m<sup>2</sup>

<b>5.4</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES	
		Sin descomposición	16,93 €
		Total por m <sup>2</sup>	16,93

Son DIECISEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS por m<sup>2</sup>

<b>5.5</b>		Forjado de losa mixta, canto 10 cm, con chapa colaborante de acero galvanizado de 0,75 mm de espesor, 44 mm de canto y 172 mm de intereje, y capa de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,062 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> , acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía total de 1 kg/m <sup>2</sup> , y malla electrosoldada ME 15x30 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080	
		Materiales	9.957,27 €



Total por 9.957,27

Son NUEVE MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS por

<b>6.1.1</b>	<b>ud</b>	Fijo lateral de una hoja de 38 mm de espesor, anchura total entre 200 y 710 mm y altura total entre 1501 y 2000 mm, acabado galvanizado con tratamiento antihuellas, formado por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre marco de acero galvanizado de 1 mm de espesor con patillas de anclaje a obra. Sin descomposición	99,19 €
			Total por ud 99,19

Son NOVENTA Y NUEVE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS por ud

<b>6.1.2</b>	<b>ud</b>	Puerta industrial apilable de apertura rápida, de entre 3 y 3,5 m de altura máxima, formada por lona de PVC, marco y estructura de acero galvanizado, cuadro de maniobra, pulsador, fotocélula de seguridad y mecanismos, fijada mediante atornillado en obra de fábrica. Incluye: Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo. Colocación y anclaje del marco con la estructura de acero. Montaje de la puerta. Instalación de los mecanismos. Conexiónado eléctrico. Ajuste y fijación de la puerta. Puesta en marcha. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto. Mano de obra	33,07 €
			Materiales 329,80 €
			Medios auxiliares 7,26 €
			Total por ud 370,13

Son TRESCIENTOS SETENTA EUROS CON TRECE CÉNTIMOS por ud

<b>6.1.3</b>	<b>ud</b>	Escalera metálica recta de 1,00m de ancho total, para una planta de altura libre 3m, formada por dos zancas de IPN 160, peldaños de chapa estriada de 5mm de espesor con bocel de 5cm y barandilla metálica realizada con tubos rectangulares (barandilla no incluida en esta valoración), totalmente instalada. Sin descomposición	1.989,11 €
			Total por ud 1.989,11

Son MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS por ud

<b>6.1.4</b>	<b>m</b>	Barandilla de escalera de 90 cm de altura, con pasamanos de 50x40 mm, pilastras de 40x40 mm, cada 70 cm, barandal superior a 12 cm del pasamanos e inferior a 3 cm, en perfil de 40x40 mm, y barrotes verticales de 30x15 mm a 10 cm. Sin descomposición	83,39 €
			Total por m 83,39

Son OCHENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS por m



<b>6.1.5</b>	<b>Ud</b>	Ventana de PVC, dos hojas correderas, dimensiones 600x600 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 80 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan tres cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM, manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 2,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ; espesor máximo del acristalamiento: 28 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 3, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, sellador adhesivo y silicona neutra para sellado perimetral de las juntas exterior e interior, entre la carpintería y la obra. Criterio de valoración económica: El precio no incluye el recibido en obra de la carpintería. Incluye: Colocación de la carpintería. Sellado de juntas perimetrales. Ajuste final de las hojas. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.	
		Mano de obra	40,42 €
		Materiales	188,07 €
		Medios auxiliares	4,57 €
		<b>Total por Ud</b>	<b>233,06</b>
		Son DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON SEIS CÉNTIMOS por Ud	
<b>6.2.1</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	Fabricación y colocación de pavimento de dimensiones según plano para el acceso de peatones en la parcela. de tipología a elegir por la propiedad, incluyendo fabricación, vertido y colocación de mortero, fabricación y colocación de bordillos, transporte y colocación de capa inferior de árido, sellado de juntas, ajuste y medios auxiliares, totalmente terminado. Sin descomposición	206,25 €
		<b>Total por m<sup>2</sup></b>	<b>206,25</b>
		Son DOSCIENTOS SEIS EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	
<b>6.2.2</b>	<b>m</b>	Suministro y colocación de la señal vial requerida en la zona de tránsito de vehículos, así como suministro y aplicación de la pintura necesaria, se incluye mano de obra y elementos auxiliares. Sin descomposición	315,00 €
		<b>Total por m</b>	<b>315,00</b>
		Son TRESCIENTOS QUINCE EUROS por m	
<b>6.2.3</b>	<b>m</b>	CIERRE DE PARCELA Sin descomposición	18,96 €
		<b>Total por m</b>	<b>18,96</b>
		Son DIECIOCHO EUROS CON NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS por m	
<b>6.2.4</b>	<b>ud</b>	Suministro y colocación de portón corredera de 2.5x2 para acceso a parcela de vehículos ligeros, realizada sin dintel, formada por una hoja construida con zócale de chapa plegada de acero galvanizado hasta un altura de 50 cm, mientras el resto de la hoja estaría formada por barrotos verticales e iría completamente pintada en color a elegir por la propiedad, equipo motriz monofásico con velocidad de apertura de 0,2 m/s. Armadiro metálico estanco para componentes electrónicos de maniobra, receptor, emisor, bicanal, fotocélula de seguridad, y demás accesorios necesarios para su funcionamiento, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. Sin descomposición	1.756,42 €
		<b>Total por ud</b>	<b>1.756,42</b>
		Son MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS por ud	



---

7.1	<b>P.A</b>	ENSAYO HORMIGÓN 1-50 M3 EN LA CIMENTACIÓN DE LA NAVE	
		Sin descomposición	1.732,27 €
			Total por P.A 1.732,27
		Son MIL SETECIENTOS TREINTA Y DOS EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS por P.A	
7.2	<b>ud</b>	ENSAYO COMPLETO MALLAS DE ACERO	
		Sin descomposición	49,13 €
			Total por ud 49,13
		Son CUARENTA Y NUEVE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS por ud	
7.3	<b>ud</b>	ENSAYO CON LIQUIDO PENETRANTE EN SOLDADURAS	
		Sin descomposición	366,31 €
			Total por ud 366,31
		Son TRESCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS por ud	
7.4	<b>ud</b>	ENSAYO IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA	
		Sin descomposición	152,33 €
			Total por ud 152,33
		Son CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por ud	
8.1	<b>m³</b>	TRANSPORTE A VERTEDERO DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN	
		Sin descomposición	10.639,58 €
			Total por m³ 10.639,58
		Son DIEZ MIL SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m³	
8.2	<b>P.A</b>	TRANSPORTE DE RCDs A PLANTA DE TRATAMIENTO	
		Sin descomposición	2.813,43 €
			Total por P.A 2.813,43
		Son DOS MIL OCHOCIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS por P.A	
9.1	<b>P.A</b>	SEGURIDAD Y SALUD	
		Sin descomposición	5.155,84 €
			Total por P.A 5.155,84
		Son CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por P.A	
9.2	<b>P.A</b>	LIMPIEZA Y ENTREGA DE OBRA	
		Sin descomposición	1.085,44 €
			Total por P.A 1.085,44
		Son MIL OCHENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS por P.A	
10.1	<b>ud</b>	SEÑALIZACIÓN	
		Sin descomposición	13,43 €
			Total por ud 13,43
		Son TRECE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS por ud	

---



10.2	<b>ud</b>	EXTINTOR PORTÁTIL 5kg		
		Sin descomposición		64,26 €
			Total por ud	64,26
		Son SESENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS por ud		
10.3	<b>Ud</b>	CENTRAL DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS, CONVENCIONAL		
		Mano de obra		21,86 €
		Materiales		248,32 €
		Medios auxiliares		5,40 €
			Total por Ud	275,58
		Son DOSCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS por Ud		
10.4	<b>ud</b>	EXTINTOR 4kg CARGA CO2		
		Sin descomposición		141,11 €
			Total por ud	141,11
		Son CIENTO CUARENTA Y UN EUROS CON ONCE CÉNTIMOS por ud		
10.5	<b>Ud</b>	PULSADOR DE ALARMA, CONVENCIONAL		
		Mano de obra		21,86 €
		Materiales		12,61 €
		Medios auxiliares		0,69 €
			Total por Ud	35,16
		Son TREINTA Y CINCO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS por Ud		
10.6	<b>m</b>	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA		
		Mano de obra		13,85 €
		Materiales		7,21 €
		Medios auxiliares		0,42 €
			Total por m	21,48
		Son VEINTIUN EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m		
10.7	<b>Ud</b>	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA		
		Mano de obra		48,09 €
		Materiales		366,84 €
		Medios auxiliares		8,30 €
			Total por Ud	423,23
		Son CUATROCIENTOS VEINTITRES EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS por Ud		
10.8	<b>Ud</b>	GRUPO DE PRESIÓN		
		Mano de obra		268,88 €
		Materiales		6.707,03 €
		Medios auxiliares		139,52 €
			Total por Ud	7.115,43



Son SIETE MIL CIENTO QUINCE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud

<b>10.9</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS DE ESTRUCTURA METÁLICA, CON PINTURA INTUMESCENTE</b>	
		Mano de obra	5,61 €
		Materiales	9,86 €
		Medios auxiliares	0,31 €
			Total por m <sup>2</sup> 15,78
		Son QUINCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por m <sup>2</sup>	

---



## 4 PRESUPUESTO

### Presupuesto parcial nº 1 DERRIBO DE LA EDIFICACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1	M <sup>2</sup>	DEMOLICIÓN EDIFICIO			
			Total m <sup>2</sup> :	2.292,000	100,00
					<b>229.200,00</b>
			<b>Total Presupuesto parcial nº 1 DERRIBO DE LA EDIFICACIÓN :</b>		<b>229.200,00</b>

### Presupuesto parcial nº 2 ADECUACIÓN DEL TERRENO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1	M <sup>2</sup>	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO			
			Total m <sup>2</sup> :	11.510,000	1,30
					<b>14.963,00</b>
			<b>Total Presupuesto parcial nº 2 ADECUACIÓN DEL TERRENO :</b>		<b>14.963,00</b>

### Presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1	M <sup>3</sup>	EXCAVACIÓN MECÁNICA DE CIMENTACIONES EN TERRENOS FLOJOS			
			Total m <sup>3</sup> :	23,940	1.796,67
					<b>43.012,28</b>
3.2	M <sup>3</sup>	HORMIGÓN DE LIMPIEZA H-150			
			Total m <sup>3</sup> :	3,990	103,49
					<b>412,93</b>
3.3	M <sup>3</sup>	ZAPATA TIPO 1			
			Total m <sup>3</sup> :	17,712	199,82
					<b>3.539,21</b>
3.4	M <sup>3</sup>	ZAPATA TIPO 2			
			Total m <sup>3</sup> :	1,728	199,82
					<b>345,29</b>
3.5	M <sup>3</sup>	ZAPATA TIPO 3			
			Total m <sup>3</sup> :	0,900	199,82
					<b>179,84</b>
3.6	M <sup>3</sup>	ZAPATA TIPO 4			
			Total m <sup>3</sup> :	3,600	199,82
					<b>719,35</b>
3.7	M <sup>2</sup>	SOLERA DE LA NAVE			
			Total m <sup>2</sup> :	4.116,000	15,77
					<b>64.909,32</b>
3.8	Ud	PLACA DE ANCLAJE S275 1000 x 600 x 25 mm			
			Total ud :	45,000	256,19
					<b>11.528,55</b>
3.9	Ud	PLACA DE ANCLAJE 720 x 400 x 25 mm			



Total ud : 15,000 171,72 **2.575,80**

**Total Presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIÓN : 127.222,57**

#### Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
4.1	<b>Kg</b>	ACERO PILARES INTERIORES Y DE ESQUINA HEB-500				
			Total kg :	61.117,200	1,69	<b>103.288,07</b>
4.2	<b>Kg</b>	ACERO DINTELES HEB-500				
			Total kg :	57.042,720	1,69	<b>96.402,20</b>
4.3	<b>Kg</b>	ACERO PILAR DE FACHADA IPE-360				
			Total kg :	4.967,040	1,69	<b>8.394,30</b>
4.4	<b>Kg</b>	ACERO PILAR DE FORJADO IPE-180				
			Total kg :	169,207	1,69	<b>285,96</b>
4.5	<b>Kg</b>	ACERO CORREAS C120 X 1.5				
			Total kg :	9.909,460	1,83	<b>18.134,31</b>
4.6	<b>Kg</b>	ACERO DE VIGUETAS TCAR 120 X 3.2				
			Total kg :	2.939,580	1,81	<b>5.320,64</b>
4.7	<b>Kg</b>	ACERO DE ARRIOSTRAMIENTOS TCAR 120 X 3.2				
			Total kg :	5.739,230	1,81	<b>10.388,01</b>
4.8	<b>Kg</b>	ACERO DE ARRIOSTRAMIENTO ROND 8				
			Total kg :	47,100	1,81	<b>85,25</b>
4.9	<b>Kg</b>	ACERO VIGAS DE FORJADO IPE-400				
			Total kg :	5.171,486	1,69	<b>8.739,81</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA :</b>					<b>251.038,55</b>	

#### Presupuesto parcial nº 5 CERRAMIENTOS DE CUBIERTA, FACHADA Y ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.1	<b>M²</b>	CUBIERTA INCLINADA DE PANELES SÁNDWICH AISLANTES				
			Total m² :	2.068,080	40,99	<b>84.770,60</b>
5.2	<b>M²</b>	LUCERNARIO DE PLACAS TRANSLÚCIDAS, EN CUBIERTA INCLINADA DE PANELES SÁNDWICH AISLANTES				
			Total m² :	2.068,080	49,39	<b>102.142,47</b>
5.3	<b>M²</b>	FACHADA DE PANELES SÁNDWICH AISLANTES, DE ACERO				



		Total m <sup>2</sup> :	1.716,050	57,26	<b>98.261,02</b>
5.4	<b>M<sup>2</sup></b>	ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES			
		Total m <sup>2</sup> :	34,000	16,93	<b>575,62</b>
5.5		FORJADO DE LOSA MIXTA CON CHAPA COLABORANTE			
		Total :	1,000	9.957,27	<b>9.957,27</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 5 CERRAMIENTOS DE CUBIERTA, FACHADA Y ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES :</b>					<b>295.706,98</b>

### Presupuesto parcial nº 6 ACABADOS Y DETALLES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b>6.1 CERRAJERÍA Y CARPINTERÍA</b>					
6.1.1	<b>Ud</b>	PUERTAS			
		Total ud :	20,000	99,19	<b>1.983,80</b>
6.1.2	<b>Ud</b>	PUERTA INDUSTRIAL APILABLE DE APERTURA RÁPIDA, DE LONA DE PVC			
		Total ud :	2,000	370,13	<b>740,26</b>
6.1.3	<b>Ud</b>	ESCALERA METÁLICA CON PELDAÑOS DE CHAPA			
		Total ud :	1,000	1.989,11	<b>1.989,11</b>
6.1.4	<b>M</b>	BARANDA ESCALERA TUBO ACERO			
		Total m :	8,200	83,39	<b>683,80</b>
6.1.5	<b>Ud</b>	VENTANA DE PVC CORREDERA DE DOS HOJAS			
		Total Ud :	11,000	233,06	<b>2.563,66</b>
<b>Total 6.1 CERRAJERÍA Y CARPINTERÍA</b>					<b>7.960,63</b>
<b>6.2 URBANIZACIÓN DE LA PARCELA</b>					
6.2.3	<b>M</b>	CIERRE DE PARCELA			
		Total m :	523,170	18,96	<b>9.919,30</b>
6.2.4	<b>Ud</b>	PORTÓN CORREDERA ACCESO			
		Total ud :	1,000	1.756,42	<b>1.756,42</b>
<b>Total 6.2 URBANIZACIÓN DE LA PARCELA</b>					<b>11.675,72</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 6 ACABADOS Y DETALLES :</b>					<b>19.636,35</b>

### Presupuesto parcial nº 7 CONTROL DE CALIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.1	<b>P.a</b>	ENSAYO HORMIGÓN 1-50 M3 EN LA CIMENTACIÓN DE LA NAVE			
		Total P.A :	1,000	1.732,27	<b>1.732,27</b>



7.2	<b>Ud</b>	ENSAYO COMPLETO MALLAS DE ACERO			
			Total ud :	3,000	49,13
					<b>147,39</b>
7.3	<b>Ud</b>	ENSAYO CON LIQUIDO PENETRANTE EN SOLDADURAS			
			Total ud :	1,000	366,31
					<b>366,31</b>
7.4	<b>Ud</b>	ENSAYO IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA			
			Total ud :	1,000	152,33
					<b>152,33</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 7 CONTROL DE CALIDAD :</b>					<b>2.398,30</b>

### Presupuesto parcial nº 8 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.2	<b>P.ª</b>	TRANSPORTE DE RCDs A PLANTA DE TRATAMIENTO			
			Total P.A :	1,000	2.813,43
					<b>2.813,43</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 8 GESTIÓN DE RESIDUOS :</b>					<b>2.813,43</b>

### Presupuesto parcial nº 9 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
9.1	<b>P.ª</b>	SEGURIDAD Y SALUD			
			Total P.A :	1,000	5.155,84
					<b>5.155,84</b>
9.2	<b>P.ª</b>	LIMPIEZA Y ENTREGA DE OBRA			
			Total P.A :	1,000	1.085,44
					<b>1.085,44</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 9 SEGURIDAD Y SALUD :</b>					<b>6.241,28</b>

### Presupuesto parcial nº 10 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
10.1	<b>Ud</b>	SEÑALIZACIÓN			
			Total ud :	16,000	13,43
					<b>214,88</b>
10.2	<b>Ud</b>	EXTINTOR PORTÁTIL 5kg			
			Total ud :	6,000	64,26
					<b>385,56</b>
10.3	<b>Ud</b>	CENTRAL DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCENDIOS, CONVENCIONAL			
			Total Ud :	2,000	275,58
					<b>551,16</b>
10.4	<b>Ud</b>	EXTINTOR 4kg CARGA CO2			



Universidad de Cantabria  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación



		Total ud :	1,000	141,11	<b>141,11</b>
10.5	<b>Ud</b>	PULSADOR DE ALARMA, CONVENCIONAL			
		Total Ud :	5,000	35,16	<b>175,80</b>
10.6	<b>M</b>	RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA			
		Total m :	329,000	21,48	<b>7.066,92</b>
10.7	<b>Ud</b>	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA			
		Total Ud :	4,000	423,23	<b>1.692,92</b>
10.8	<b>Ud</b>	GRUPO DE PRESIÓN			
		Total Ud :	1,000	7.115,43	<b>7.115,43</b>
10.9	<b>M²</b>	PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS DE ESTRUCTURA METÁLICA, CON PINTURA INTUMESCENTE			
		Total m² :	5.852,210	15,78	<b>92.347,87</b>
<b>Total Presupuesto parcial nº 10 PROTECCIÓN CONTRA INCEDIOS :</b>					<b>109.691,65</b>



## 5 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Capítulo	Importe (€)
1 DERRIBO DE LA EDIFICACIÓN	229.200,00
2 ADECUACIÓN DEL TERRENO	14.963,00
3 CIMENTACIÓN	127.222,57
4 ESTRUCTURA	251.038,55
5 CERRAMIENTOS DE CUBIERTA, FACHADA Y ELEMENTOS DIVISORIOS INTERIORES	295.706,98
6 ACABADOS Y DETALLES	19.636,35
7 CONTROL DE CALIDAD	2.398,30
8 GESTIÓN DE RESIDUOS	2.813,43
9 SEGURIDAD Y SALUD	6.241,28
10 PROTECCIÓN CONTRA INCEDIOS	109.691,65
	<b>Presupuesto de ejecución material (PEM) 1.058.912,11</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN CINCUENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS DOCE EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.