



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado  
en Crevillente de una planta de embotellado de refrescos

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Mecánica

AUTOR/A: Fajardo Lopez, Ricardo

Tutor/a: Real Herraiz, Teresa Pilar

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

# UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

Grado en ingeniería mecánica

PROYECTO DE FIN DE GRADO

## Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de una planta de embotellado de refrescos

Autor: Fajardo López, Ricardo

Tutora: Real Herraiz, Teresa Pilar.

Curso 2022 - 2023



### AGRADECIMIENTOS

He de agradecer este trabajo ha todos los profesore que me han dado el conocimiento

A lo largo de la carrera, sobre todo enfatizando en los de la mención de estructuras

Además, a mis compañeros y amigos por solucionarme cualquier pregunta y acompañarme a la biblioteca.

Y mi familia por dejarme hacerlo a mi manera dándome su constante apoyo.

# Documento 1: MEMORIA

# Índice

1. CAPITULO I: Introducción .....	8
1.1 Motivación.....	9
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Definición de Nave industrial.....	10
1.4 Estructura del proyecto.....	11
2. CAPITULO II: Antecedentes y normativa aplicable .....	13
2.1 Consideraciones previas .....	14
2.1.1 Que es una estructura .....	14
2.1.2 Características a tener en cuenta de una nave .....	15
2.1.3 Elección del material.....	16
2.1.4 Características metálicas del acero .....	17
2.1.5 Herramientas de cálculo, SAP2000 .....	18
2.2 Normativa urbanística.....	19
2.3 Otras normativas aplicables.....	19
3. CAPITULO III: Descripción del proyecto .....	22
3.1 Descripción de la nave.....	23
3.2 Cumplimiento de la normativa urbanística.....	25
3.3 Cargas consideradas .....	26
3.4 Bases de Calculo.....	27
3.4.1 Capacidad portante.....	27
3.4.2 Aptitud al servicio .....	30
4. CAPITULO IV: Cargas que actúan sobre la estructura.....	33
4.1 ACCIONES PERMANENTES .....	34
4.1.1 Peso propio.....	34
4.2 ACCIONES VARIABLES.....	36
4.2.1 Sobrecarga de Uso .....	36
4.2.2 Nieve .....	37

4.2.3 Acciones térmicas .....	39
4.2.4 Viento .....	47
4.3 ACCIONES ACCIDENTALES.....	53
4.3.1 Sismo.....	53
4.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES .....	60
5. CAPITULO V: Calculo de la estructura metálica .....	63
5.1 Definición de la geométrica completa .....	64
5.1.1 Pórticos .....	64
5.1.2 Estructura de la cubierta.....	65
5.7 Introducción de flechas y pandeos en barras .....	69
5.8 Descripción del SAP.....	73
5.9 Dimensionado.....	78
6. CAPITULO VI: Cálculo analítico de un pórtico tipo .....	106
6.2 Comprobación del dintel tipo .....	117
7. CAPITULO VI: Uniones y placas de anclaje.....	120
7.1 Uniones.....	121
7.2 Cálculo de placas de anclaje .....	128
8. CAPITULO VIII: Conclusión .....	132
9. CAPITULO IX: Bibliografía.....	135

Trabajo fin de grado

Autor: Ricardo Fajardo López



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# 1. CAPITULO I: Introducción

## 1.1 Motivación

El origen de la creación de este proyecto deriva de la importancia de un correcto sistema de instalaciones básicas de fundamento industrial, para desarrollar de forma adecuada la nave, para la futura optimización de la nave industrial.

Por ello, como ingenieros, según la definición de la propia RAE, *“Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial”*.

Y es de la definición dada anteriormente donde encuentro los valores que busco encontrar en mi trabajo. Siendo mi motivación la de conseguir diseñar de forma matemática, con pleno rendimiento teniendo en cuenta los materiales y herramientas que tenemos disponibles, para conseguir una estructura capaz de poder resistir y aprovecharse de manera especial en la industria.

Aplicar todo el conocimiento aprendido, sobre todo enfatizando en la rama de estructuras de la carrera. Después de haber superado las distintas asignaturas que nos han dado la capacidad, crearemos algo “real” haciendo que nos sintamos orgullosos sobre nuestro resultado y conocimiento.

Utilizaremos la herramienta SAP2000 para el desarrollo completo de la nave y estudio de esta, para algunos determinados apartados usaremos CYPECAD que nos otorga más facilidades para conseguir las uniones y anclajes.

Además, debemos de tener en cuenta, que, en el terreno de Crevillente, nos dan la oportunidad de usar un espacio perfecto para la industria, con unas normas que ofrecen flexibilidad para la construcción de la nave, siempre y cuando respetemos la normativa urbanística.

## 1.2 Objetivos

Los objetivos del proyecto son fundamentalmente desarrollar el cálculo, diseño y apartados técnicos de la construcción de una nave industrial la cual pueda mantenerse a largo plazo y con condiciones climáticas normales. El uso de la nave se va a concentrar en una fábrica de embotellado, la cual tendremos en cuenta la clase de materiales que podremos encontrar en esta para el desarrollo de la seguridad frente incendios.

La base del trabajo no es solo ser capaces de realizar los cálculos y diseño de estos, sino que además tengamos seguro de que va a aguantar las condiciones climáticas que se encuentran en la zona, añadiendo cumplir la seguridad otorgada por la normativa vigente.

### 1.3 Definición de Nave industrial

Como hemos comentado anteriormente el proyecto se enfoca en el diseño, estudio e implementación de naves industriales, estructuras diseñadas para albergar fábricas, almacenes y espacios comerciales, que ofrecen amplios espacios diáfanos para diversas actividades.

Las naves industriales se pueden construir utilizando dos materiales principales: hormigón y metal. Cada uno de ellos presenta características distintas en términos de resistencia, durabilidad y versatilidad.



Imagen 1.1: Nave de hormigón



Imagen 1.2: Nave metálica

Las naves industriales de hormigón se construyen utilizando paneles de hormigón prefabricado o encofrado in situ. Estos paneles ofrecen una alta resistencia estructural, lo que permite la creación de grandes espacios sin necesidad de pilares intermedios. La durabilidad del hormigón asegura una vida útil prolongada de la estructura y una buena protección contra incendios. Además, el hormigón puede ser tratado para mejorar sus propiedades térmicas y acústicas, proporcionando un ambiente más cómodo para los trabajadores.

Por otro lado, las naves industriales de metal se construyen utilizando perfiles y elementos metálicos, como vigas y columnas de acero. Este tipo de estructuras son conocidas por su alta resistencia y su capacidad de soportar grandes cargas. La principal ventaja de las naves metálicas es su rápida construcción, ya que los elementos se fabrican en taller y se ensamblan en el lugar de montaje. Además, ofrecen flexibilidad en el diseño, lo que facilita la adaptación a diferentes necesidades y requerimientos específicos.

Por ello, ambos tipos de naves pueden ser diseñadas de diferente forma y características según las necesidades. Además, ambas tendremos que incluir el sistema de aislamiento térmico y acústico, la elección del tipo de cubierta y el tipo de sistema eléctrico, ventilación y de fontanería, aunque no lo vayamos a desarrollar al detalle en este trabajo. Consideraremos que serán las correctas para el eficaz funcionamiento de la nave.

Para el diseño del proyecto, he seleccionado el uso de metal, debido a que ofrece ventajas en términos de resistencia, capacidad de carga, flexibilidad de diseño y construcción rápida. Estas características hacen que las naves metálicas sean la opción perfecta que estamos buscando para el proyecto pensado. Incluyendo las definiciones que encontraremos más adelante.

## 1.4 Estructura del proyecto

El presente documento se divide en 10 capítulos, cada uno de los cuales aborda diferentes aspectos relacionados con el proyecto:

- Capítulo I: Introducción al proyecto, objetivos y características generales.
- Capítulo II: Antecedentes y descripción del proyecto, análisis de normativas aplicables, uso del software CYPE y estudio de materiales constructivos.
- Capítulo III: Descripción de la nave, geometría, ubicación y cumplimiento de normativa urbanística, establecimiento de bases de cálculo para análisis estructural.
- Capítulo IV: Cargas actuantes sobre la estructura según el Código Técnico de la Edificación y el documento básico de Acciones de la Edificación.

- Capítulo V: Cálculo de la estructura metálica utilizando SAP2000.
- Capítulo VI: Cálculo de un pórtico tipo.
- Capítulo VII: Teoría y cálculo de uniones, datos geométricos de placas de anclaje, cálculos y comprobaciones en los Anejos G y H correspondientes a Uniones y Placas de Anclaje, respectivamente.
- Capítulo VIII: Presupuesto detallado de la obra.
- Capítulo IX: Conclusiones finales y posibles trabajos futuros derivados del proyecto.
- Capítulo X: Referencias bibliográficas consultadas para la realización del trabajo.

Estos capítulos abarcan los diferentes aspectos necesarios para comprender y desarrollar el proyecto de manera exhaustiva. Anejos:

- Anejo 1: Normativa Urbanística
- Anejo 2: Gestión de residuos
- Anejo 3: Control de calidad
- Anejo 4: Control de seguridad y salud
- Anejo 5: Cálculos Estructurales

## 2. CAPITULO II: Antecedentes y normativa aplicable

En este capítulo nos enfocaremos en el estudio de los detalles previos, según las tareas que vamos a realizar. Información importante para tener en cuenta antes de comenzar con los cálculos de la nave industrial. Además de ciertas consideraciones previas como es en el uso del SAP.

## 2.1 Consideraciones previas

### 2.1.1 Que es una estructura

La estructura es el conjunto de elementos resistentes que están adecuadamente conectados entre sí y que actúan y reaccionan ante las cargas a las que están sometidos. Su principal función es resistir y transmitir las cargas del edificio a los apoyos, manteniendo su forma sin sufrir deformaciones incompatibles. Las cargas que actúan sobre la estructura se pueden clasificar en tres categorías principales:

La primera categoría es el *peso propio*, que incluye las cargas de la propia estructura y las cargas reológicas generadas por las deformaciones que experimentan los materiales con el tiempo debido a la retracción, la fluencia bajo carga u otras causas.

La segunda categoría son las *cargas de funcionamiento*, que engloban las cargas que actúan sobre la construcción, como mobiliario, máquinas, grúas y las personas presentes en el edificio.

La tercera categoría se refiere a las *acciones variables*, que incluyen factores como la temperatura (dilatación-contracción), el viento, la nieve, colisiones de vehículos, incendios, sismos, entre otros. La estructura debe ser capaz de soportar la combinación más desfavorable de todas estas acciones.

En relación con el Código Técnico de la Edificación (CTE), se establecen verificaciones para la situación más desfavorable, que incluyen la capacidad portante (estabilidad y resistencia) y la aptitud al servicio (limitación de deformaciones, vibraciones y deterioro).

Al someterse a fuerzas externas y su propio peso mientras se trata como un sólido rígido, la *estabilidad* de una estructura asegura que cumpla con las ecuaciones estáticas. La *resistencia* significa que los límites de tensión no sean superados y no se causen fracturas en el material. Limitar la *deformación* estructural significa mantenerla dentro de los límites permitidos. Estas deformaciones deben estar bajo control para garantizar el confort del usuario y la integridad estructural de otras características secundarias, como ventanales y fuentes.

Los elementos estructurales fundamentales de las estructuras son las vigas, que principalmente trabajan a flexión, y los pilares, que generalmente trabajan a compresión o flexo-compresión, lo cual requiere el estudio del pandeo.

Por último, cabe destacar la importancia de la cimentación y las características del terreno, ya que la estructura debe transmitir las cargas al terreno sobre el cual se encuentra construida. Para el cálculo de las uniones entre barras y la geometría de las placas de anclaje y que la estructura se mantenga correctamente unida.

### 2.1.2 Características a tener en cuenta de una nave

Para poder diseñar una nave tenemos que tener en cuenta las siguientes características para entender que es importante tener en cuenta en el prediseño.

1. **Uso de la nave:** Determinar el propósito y las necesidades específicas de la nave, como almacenamiento, producción, logística, etc.
2. **Dimensiones y espacio requerido:** Definir el tamaño y la distribución espacial necesaria para satisfacer las actividades y equipos requeridos.
3. **Cargas y resistencia:** Evaluar las cargas gravitatorias, como el peso de los materiales almacenados, maquinaria, equipos, y considerar la resistencia estructural necesaria para soportarlas de manera segura.
4. **Diseño estructural:** Seleccionar el tipo de estructura más adecuada, ya sea acero, hormigón u otros materiales, teniendo en cuenta la resistencia, durabilidad y costo.
5. **Altura y luces:** Determinar la altura libre y la distancia entre apoyos o luces necesaria para el funcionamiento eficiente de la nave y la distribución de equipos.
6. **Climatización:** Considerar el confort climático dentro de la nave, controlando la temperatura, humedad y ventilación adecuadas para las actividades y el bienestar de los trabajadores.
7. **Iluminación:** Planificar una iluminación adecuada y uniforme en el área de trabajo, minimizando los contrastes y asegurando una buena visibilidad.
8. **Flexibilidad y adaptabilidad:** Prever la posibilidad de futuras expansiones, cambios en la distribución interna o incorporación de nuevos equipos, para garantizar la adaptabilidad a las necesidades cambiantes de la empresa.
9. **Normativas y regulaciones:** Cumplir con los códigos de construcción y las regulaciones locales, regionales y nacionales aplicables a las naves industriales.
10. **Costo y presupuesto:** Evaluar el coste económico de la construcción, incluyendo materiales, mano

de obra, instalaciones y acabados, y ajustarlo al presupuesto disponible.

### 2.1.3 Elección del material

Al igual que dije en la introducción, existen diferentes tipos de materiales que pueden usarse para la construcción de una nave industrial. Es por eso, que a continuación encontramos una tabla con la descripción de cada uno de los tipos mas populares, describiendo sus ventajas e inconvenientes

<b>Característica</b>	<b>Hormigón Armado y pretensado</b>	<b>Acero Estructural</b>
Resistencia	Elevada resistencia a compresión 60 -100 N/mm <sup>2</sup> Agrega barras de acero para aumentar la resistencia a tracción. Capacidad de soportar grandes cargas y luces.	Alta resistencia a compresión y tracción No necesita otro material para lidiar con la tracción Reduce las dimensiones de las secciones resistentes.
Reciclaje	Dificultad para reciclar los materiales tras la demolición	Posibilidad de reciclar el acero una vez finalizada su vida útil
Durabilidad	Protege las armaduras metálicas contra la corrosión	Vulnerable a la corrosión, necesita recubrimiento de protección
Control	Difícil control de calidad durante la ejecución	Fácil control de calidad durante la fabricación en los talleres
Instalación	Lenta ejecución debido al fraguado y endurecimiento	Facilidad de montaje y transporte, además de rápida en la ejecución de la construcción.
Versatilidad	Permite formas curvas, angulosas y lisas con diferentes tipos de acabados superficiales	Limitado en la adaptación de formas variadas, se utilizan elementos prefabricados.
Aislamiento térmico y acústico	Coefficientes satisfactorios incrementables con materiales aislantes	Resistencia térmica y acústica limitada, necesita materiales aislantes
Precio	Económico	Depende de la circunstancia

Tabla 2.1: Diferencias entre hormigón y acero

Como conclusión, después de esta comparativa, los motivos para ver elegido el acero son:

1. Resistencia estructural: El acero es más resistente a la compresión y tracción, lo que permite estructuras más ligeras y delgadas.
2. Flexibilidad de diseño: El acero se adapta fácilmente a diferentes configuraciones arquitectónicas, permitiendo diseños más versátiles y complejos.
3. Rapidez de construcción: La fabricación y ensamblaje del acero son más rápidos que el fraguado del hormigón, lo que acelera el tiempo de construcción.
4. Menores cimentaciones: El acero es más liviano, lo que implica cimentaciones menos costosas y más simples.
5. Sostenibilidad y reciclaje: El acero es reciclable, lo que lo convierte en una opción sostenible y reduce los residuos de construcción.
6. Mantenimiento y durabilidad: El acero requiere menos mantenimiento y puede protegerse contra la corrosión, prolongando su vida útil.

#### 2.1.4 Características metálicas del acero

El acero ordinario es el más empleado. Existen diferentes tipos reflejados en la tabla 2.2, obtenida de la norma EN 10027:

*Tabla 2.2: Clases de acero.*

S235JR	S235J0	S235J2
S275JR	S275J0	S275J2
S355JR	S355J0	S355J2

La primera sigla es una “S” de Steel, término anglosajón para el acero. La siguiente cantidad numérica es el límite elástico en MPa.

Las últimas siglas indican es la sensibilidad a la rotura frágil y su soldabilidad:

- JR para construcciones ordinarias.
- J0 cuando se requiere alta soldabilidad y resistencia a la rotura frágil.
- J2 cuando se requiere exigencias especiales de resiliencia, resistencia a la rotura frágil y soldabilidad.

El acero más común que se fabrica en España es el S275JR, sin embargo, el elegido para este proyecto será el S355JR, debido a sus características.

Las características comunes para todos los aceros son:

- Módulo de Elasticidad:  $E = 210 \text{ GPa}$
- Módulo de Rigidez:  $G = 81 \text{ GPa}$
- Coeficiente de Poisson:  $\nu = 0,3$
- Coeficiente de dilatación térmica:  $\alpha = 1,2 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$
- Densidad:  $\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

### 2.1.5 Herramientas de cálculo, SAP2000

Como se ha mencionado en la introducción de este documento, el cálculo de la nave industrial se llevará a cabo utilizando el software SAP2000.

SAP2000 es una herramienta ampliamente utilizada en el campo de la ingeniería estructural para el análisis y diseño de estructuras de edificios, incluyendo naves industriales y otros tipos de estructuras resistentes.

Este programa utiliza métodos matriciales para obtener de manera precisa y confiable el dimensionamiento y la optimización de estructuras, ya sean de hormigón, metálicas o combinadas.

SAP2000 se compone de diferentes módulos, cada uno diseñado específicamente para una finalidad particular. A continuación, se mencionan algunos de los módulos que han sido útiles para este proyecto:

- 1. Modelado de estructuras:** Este módulo permite crear y definir la geometría de la nave industrial, incluyendo columnas, vigas, losas, y otros elementos estructurales relevantes. Aquí se establecen las dimensiones, materiales y propiedades de los elementos.
- 2. Cargas y combinaciones:** Este módulo permite aplicar y gestionar las cargas que actúan sobre la estructura de la nave industrial, como el peso propio de los elementos, cargas de funcionamiento, viento, nieve, etc. También permite definir combinaciones de carga para evaluar diferentes situaciones de carga.
- 3. Análisis estructural:** SAP2000 realiza análisis estáticos y dinámicos de la estructura de la nave industrial. Utilizando diferentes métodos numéricos y técnicas de análisis, el software determina las deformaciones, esfuerzos y desplazamientos en la estructura ante las cargas aplicadas.
- 4. Diseño de elementos:** Este módulo permite dimensionar y diseñar los elementos estructurales de la nave industrial, como vigas, columnas, cimentaciones, entre otros, de acuerdo con las normativas de diseño y resistencia aplicables.
- 5. Verificación de normativas:** SAP2000 cuenta con la capacidad de verificar el cumplimiento de diferentes normativas y códigos de diseño, como el Código Técnico de la Edificación (CTE) u otros estándares internacionales. Esto asegura que la nave industrial cumpla con los requisitos de seguridad y resistencia establecidos por las normativas correspondientes.
- 6. Resultados y visualización:** El software ofrece una interfaz gráfica interactiva que permite visualizar los resultados del análisis y diseño de la nave industrial. Proporciona información detallada sobre esfuerzos, deformaciones, desplazamientos, entre otros parámetros, facilitando la comprensión y evaluación de la estructura.

Estos son algunos de los módulos clave en SAP2000 para el desarrollo de una nave industrial. Sin embargo, es importante tener en cuenta que SAP2000 es una herramienta versátil y extensa, con

numerosas funcionalidades adicionales que pueden ser relevantes dependiendo de las características específicas del proyecto.

Finalmente, incluir el uso del CYPECAD usado para el cálculo de los anclajes y uniones de las vigas, debido a la comodidad y eficacia el uso de este software.

## 2.2 Normativa urbanística

Después de realizar el estudio de la provincia de Alicante, nos concentramos en los documentos que rigen el desarrollo urbanístico del pueblo de Crevillente. El procedimiento seguido ha sido, el de seleccionar un solar, libre, que fuese suelo urbano industrial, después al tener la parcela, debemos de plantear según las condiciones de construcción nuestra nave. Cuando tengamos los datos, compararemos con el documento de planeamiento urbanístico del ayuntamiento de Crevillente, para confirmar que este todo correctamente.

<b>Datos PGOU Crevillente</b>
Edificación Aislada
Parcela mínima de 600m <sup>2</sup> y fachada mínima de 20m
Edificabilidad 1 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Retranqueos a linderos 7,5 m
Altura máxima de 15m
Separación entre edificios
Zonas exclusivas de carga y descarga
Las superficies no pavimentadas, se trataran como espacios ajardinados

Tabla 2.3: Justificación urbanística de Crevillente

## 2.3 Otras normativas aplicables

El texto menciona que, además de cumplir con las normativas específicas del municipio, es necesario cumplir con requisitos de carácter general en función de la actividad que se llevará a cabo. Estos requisitos garantizan que se cumplan las exigencias básicas y se gestionen los posibles riesgos asociados a dichas actividades. A continuación, se enumeran las normas y leyes aplicadas en diferentes momentos del proyecto, junto con una breve descripción de cada una:

Antes de proceder con la construcción, debemos de tener claro que normas están vigentes que habría que tener en cuenta para la construcción de un

- 1. Código Técnico de la Edificación (CTE):** Establece las exigencias de seguridad y habitabilidad que deben cumplir los edificios. Se garantiza la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Algunas partes son obligatorias, mientras que otras son directrices orientativas para un buen diseño y aprovechamiento de recursos.
- 2. Ley de Ordenación de la Edificación (LOE):** Aprobada el 5 de noviembre de 1999, sustituyó a normas anteriores como las Normas Básicas de la Edificación (NBE), las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) y las Soluciones Homologadas de la Edificación (SHE). Establece los requisitos y responsabilidades de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación, con el objetivo de asegurar la calidad de los edificios y la protección de los intereses de los usuarios.

Dentro del CTE, se detallan las siguientes exigencias básicas:

- **DB-SE** (Seguridad Estructural): Establece los principios de resistencia, estabilidad y aptitud al servicio de los edificios. Asegura que la construcción tenga un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones previsibles durante su construcción y uso. El período de servicio para la nave será de 50 años.

- **DB-SE-A** (Seguridad Estructural. Acero): Establece los principios para verificar la seguridad estructural de los elementos de acero en la edificación. No abarca aspectos específicos de otros campos de la construcción.

- **DB-SE-AE** (Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación): Determina las acciones que actuarán sobre la edificación, como el viento, la nieve o el peso propio, entre otras.

- **DB-SE-F** (Seguridad Estructural. Fábrica): Verifica la seguridad estructural de muros resistentes realizados con piezas relativamente pequeñas, como fábricas de ladrillo o bloques de hormigón.

Para calcular el hormigón, se deben seguir las siguientes normas:

Hasta mi última actualización en septiembre de 2021, la legislación vigente en España para el diseño y cálculo de estructuras de hormigón ha cambiado. La EHE (Instrucción de Hormigón Estructural) ha sido reemplazada por el "Código Estructural", que comprende el nuevo marco normativo:

**1. Código Estructural (Código de Estructuras):** El Código Estructural establece las disposiciones para el diseño y cálculo de estructuras de hormigón, acero y madera en España. Se aplica a diferentes tipos de construcciones, incluyendo edificaciones, puentes, obras hidráulicas, entre otras.

Estas normas son fundamentales para garantizar la seguridad y eficiencia en el diseño y cálculo de las estructuras de hormigón, asegurando que se ajusten adecuadamente a las condiciones del terreno y las cargas a las que estarán expuestas.

El diseño de las instalaciones necesarias para la construcción industrial y el comercio debe cumplir con varios requisitos. Algunos de ellos son:

1. **Certificación energética:** Se establecen parámetros para garantizar el confort en las construcciones y se exige eficiencia energética, incluyendo el uso de energía renovable en la climatización.
2. **Aislamiento térmico:** Se requiere el uso de materiales que cumplan con el aislamiento térmico mínimo y sean seguros para la salud y el medio ambiente.
3. **Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria:** Se busca optimizar el consumo energético en la climatización y el suministro de agua caliente, con la incorporación de fuentes de energía renovable. También se menciona la necesidad de control adicional para prevenir la legionelosis en sistemas de enfriamiento por torres húmedas.
4. **Criterios sanitarios del agua:** El agua que llega al edificio debe cumplir con los estándares sanitarios para el consumo humano.
5. **Electricidad:** Se establecen requisitos de seguridad y eficiencia para la instalación eléctrica.
6. **Protección contra incendios:** Se dividen en protección pasiva (distancias de evacuación, puertas antipánico, materiales resistentes al fuego) y protección activa (extintores, sistemas de detección y extinción).
7. **Cubiertas:** Las cubiertas prefabricadas deben cumplir requisitos de rigidez, resistencia a cargas de viento y nieve, y estar libres de amianto.
8. **Aislamiento acústico:** Se busca limitar el ruido exterior y cumplir con los límites de emisión de ruido.
9. **Seguridad y salud en obras de construcción:** Se establecen medidas mínimas de seguridad y salud para proteger a los trabajadores y otras personas involucradas en la construcción.
10. **Seguridad de utilización:** Se busca reducir los riesgos para los usuarios del edificio, como caídas, impactos, iluminación inadecuada y facilitar la circulación de personas.
11. **Barreras arquitectónicas:** Se deben tomar medidas para permitir el acceso y uso seguro de los edificios para personas con discapacidad.
12. **Instrucciones y pliegos de recepción:** Se establecen requisitos técnicos para la recepción de materiales de construcción y métodos de prueba.
13. **Medio ambiente:** Se limitan actividades perjudiciales, se exigen niveles de calidad del aire, protección de la atmósfera y se regula la gestión de residuos de construcción y demolición.

# 3. CAPITULO III: Descripción del proyecto

A continuación, en el siguiente capítulo lo voy a dedicar a identificar y definir las características de mi nave industrial, sus dimensiones respecto la parcela y todas las medidas importantes que he elegido, además añadiendo la comparativa con la norma urbanística de Crevillente, para tener en cuenta que respetamos la normativa.

### 3.1 Descripción de la nave

La nave a realizar esta ubicada en una parcela ubicada en la zona de “Crevillente Industrial” una zona específica, orientada a la construcción de naves industriales. Alejada de la zonas residenciales y espacios naturales protegidos.

La ocupación en un terreno de construcción está regulada por las normativas establecidas por el ayuntamiento de Crevillente, el cual está bajo la jurisdicción y control de la provincia de Alicante. Estas normativas definen los parámetros y requisitos específicos para la utilización y distribución del espacio en el terreno, así como las condiciones legales que deben cumplirse para llevar a cabo actividades constructivas en esa área.

El terreno esta solamente cerrado por la parte sur, aunque encontramos un pequeño almacén de la marca Textilex Ilitex en el oeste. Además, la parcela no está para construcción en su totalidad, como se podrán observar en el segundo plano, encontraremos que una zona de la parcela se ha destinado a jardines, para la circulación de peatones.

La Geometría la zona de nave industrial será de 47,14x35 en la cual la altura libre será de 10 metros, además la altura de pilar será de 8 metros. La separación entre pórticos será de 6 metros en lo largo para permitir el acceso a todos los camiones que tengan que transportar. Se emplearán pórticos de cubierta a dos aguas en el ancho total de 35metros.

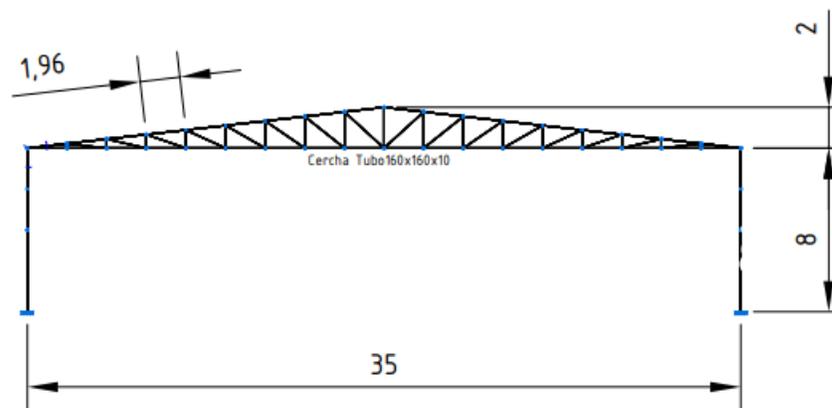


Imagen 3.1: Pórtico Tipo

Como podemos observar en la siguiente imagen, sacada gracias a la aplicación de Google Maps. La parcela cuenta con 337 metros de perímetro a su alrededor y 0,642 hectáreas o 6240 metros cuadrados.

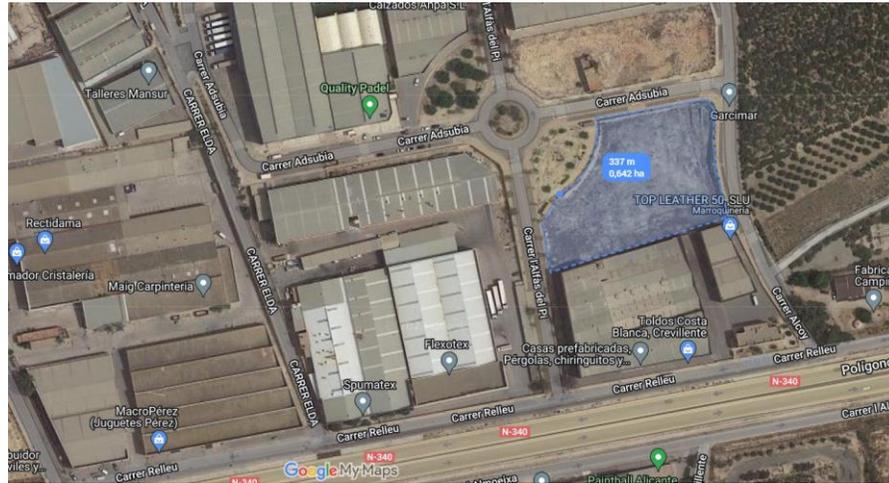


Imagen 3.1: Vista desde arriba con Google maps

La ocupación máxima debe de ser del 80%, teniendo en cuenta las medidas del diseño de nuestra nave, podremos comprobar si cumplimos la normativa.

$$Superficie_{m\acute{a}xima\ construible} = 6240 m^2 \cdot 0,8\% = 4992 m^2$$

$$Superficie_{edificada} = 47,14 \times 35 m^2 = 1649,9 m^2$$

$$Superficie_{m\acute{a}xima\ construible} \geq Superficie_{edificada} \rightarrow Cumple$$

Considerando el requisito mencionado anteriormente y teniendo en cuenta la posibilidad de una futura ampliación con características similares a las iniciales, se permitirá una superficie edificada de hasta 4992 m<sup>2</sup>, de acuerdo con el límite establecido por el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Crevillente.



Imagen 3.2: Vista de la parcela desde Google Earth

### 3.2 Cumplimiento de la normativa urbanística

<b>Planeamiento aplicable</b>	Plan General Municipal de Ordenación Crevillente		
<b>Fecha de aprobación</b>	16 de Octubre de 1992		
<b>Clasificación del suelo</b>	URBANO INDUSTRIAL		
<b>Uso predominante</b>	INDUSTRIAL		
<b>Tolerancia</b>	I ,II, III, IV, V		
<b>Tipo de edificación</b>	Aisalada		
<b>Cumplimiento de la normativa</b>			
		<b>Según PLAN</b>	<b>Según PROYECTO</b>
<b>Solar edificable</b>	<b>Superficie</b>	>600	1650
	<b>Fachada</b>	>20	35
	<b>Ocupación</b>	80%	35,15%

<b>Parámetros urbanísticos</b>	<b>Edificabilidad - m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup></b>	1	0,1757	
	<b>Número máximo de plantas</b>	libre	1	
	<b>Altura máxima de cornisa</b>	15	10	
	<b>Retranqueos</b>	<b>Fachadas</b>	7,5	37
		<b>Lateral</b>	5	50
<b>Fondo</b>		3	35	

Tabla 3.1: Comparativa con el cumplimiento urbanístico

Como podemos observar con la tabla anterior, el diseño de nuestra nave industrial, cumple todos los límites y requerimientos del Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Crevillente.

### 3.3 Cargas consideradas

Los edificios y construcciones están sujetos a diversas acciones según lo establecido en el CTE-DB-SE-AE. Estas acciones pueden actuar de forma independiente o combinada entre sí, lo que significa que además del peso de la estructura debido a la gravedad, también pueden influir el viento y la nieve en cantidades significativas. A continuación, se describen los tipos de cargas y los coeficientes de combinación utilizados para evaluar esta acción conjunta.

Acciones permanentes:

- El peso propio.

Acciones variables:

- Las sobrecargas de uso o explotación.
- La sobrecarga producida por la nieve.
- Las acciones de viento.
- Acciones térmicas

Acciones accidentales:

- Sismo
- Acciones del terreno

Los valores de estas serán trabajados en el siguiente capítulo.

## 3.4 Bases de Calculo

Se empleará un modelo de análisis estructural que se basa en la verificación de los estados límites últimos y de servicio. Esto se logra mediante el uso de coeficientes parciales para determinar el efecto de las acciones y la respuesta estructural.

Se toman los valores de cálculo de las variables, que se obtienen a partir de sus valores característicos o de otros valores representativos. Estos valores se multiplican o dividen por los coeficientes parciales correspondientes para las acciones y la resistencia.

En cada verificación, se considera la disposición de las acciones simultáneas que deben tenerse en cuenta, como deformaciones previas o imperfecciones. También se tienen en cuenta las posibles desviaciones en las disposiciones o direcciones de las acciones.

Tanto la estructura en su conjunto como cada uno de sus elementos cumplen con los estados límites últimos y los estados límite de servicio. Esto se determina mediante cálculos que someten la estructura a las acciones ponderadas y a las combinaciones más desfavorables. Los cuales veremos los resultados en la sección correspondiente.

### 3.4.1 Capacidad portante

Se denomina capacidad portante a la aptitud de un edificio para asegurar, con la fiabilidad requerida, la estabilidad del conjunto y la resistencia necesaria, durante un tiempo determinado, denominado periodo de servicio establecido en 50 años.

#### **Verificaciones:**

*Estabilidad:* en toda estructura o en cualquiera de sus partes se debe verificar que el efecto de las acciones estabilizadoras ( $E_{d,stab}$ ) es mayor o igual que el de las desestabilizadoras ( $E_{d,des}$ ):

$$E_{d,des} \leq E_{d,stab}$$

*Resistencia:* la estructura o cualquiera de sus partes (se refiere a las barras, secciones, puntos, y especialmente las uniones), posee suficiente resistencia si el valor de cálculo de cualquier situación de carga ( $E_d$ ) es inferior al de su capacidad resistente ( $R_d$ ):

$$E_d \leq R_d$$

### Combinación de acciones

1. El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a una situación *persistenteo transitoria*, se determina mediante la combinación de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot T_{0,i} \cdot G_{k,j}$$

siendo:

- $\gamma$ : Coeficiente parcial de seguridad. El subíndice G es para las acciones permanentes, el P para el pretensado y el Q para las acciones variables.
- T: Coeficiente de simultaneidad. Cuando actúan varias acciones variables, se toma una como principal ( $\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$ ) y el resto en combinación ( $\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ ), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en los distintos análisis.
- G: es el valor de cálculo de las acciones permanentes.
- P: el valor de cálculo del pretensado.
- Q: es el valor de cálculo de una acción variable.

Los coeficientes de seguridad, representados por  $\gamma$ , están definidos en la tabla 3.2 para cada tipo de acción, considerando si su efecto es desfavorable o favorable en las comprobaciones de resistencia, tomando en cuenta la evaluación global. En cuanto a las comprobaciones de estabilidad, se distingue, incluso dentro de una misma acción, entre la parte favorable (estabilizadora) y la desfavorable (desestabilizadora). Por otro lado, los coeficientes de simultaneidad, representados por  $\psi$ , se encuentran establecidos en la tabla 3.3.

2. El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondientes a una situación *extraordinaria*, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot T_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot T_{2,i} \cdot G_{k,j}$$

3. En los casos en los que la *acción accidental* sea la acción sísmica, todas las acciones variables concomitantes se tendrán en cuenta con su valor casi permanente, según la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i \geq 1} T_{2,i} \cdot G_{k,j}$$

Para simplificar cálculos, estableceremos que las acciones y situaciones que le sucedan a la estructura serán de carácter persistente o transitorio, correspondiente a la primera ecuación de la combinación de acciones para el cálculo de la capacidad portante.

A continuación, se exponen las tablas 3.1, y 3.2, relativas a los coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y los coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ ), obtenidas del CTE DB –SE.

Tabla 3.2: Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ).

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

Tabla 3.2: Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )

).

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Tabla 3.3: Coeficiente de Simultaneidad ( $\psi$ )

En la tabla 3.3 se pueden observar varias columnas. A continuación, se explica que significa cada columna. Se debe recordar que los cálculos se realizarán en conformidad a la primera ecuación referente a las acciones persistentes o transitorias, importando solo el valor de  $\psi_0$ .

- **Valor de combinación  $\psi_0$ :** intensidad de la misma en el caso de que, en un determinado periodo de referencia, actúe simultáneamente con otra acción variable, estadísticamente independiente, cuya intensidad sea extrema.
- **Valor frecuente  $\psi_1$ :** superado durante el 1% del tiempo de referencia.
- **Valor casi permanente  $\psi_2$ :** superado durante el 50% del tiempo de referencia.

### 3.4.2 Aptitud al servicio

Se considera que un elemento constructivo tiene un comportamiento adecuado en relación con deformaciones, vibraciones o deterioro si el efecto de las acciones no supera el valor límite admisible establecido para dicho efecto. Se establecen limitaciones en cuanto a los desplazamientos que experimentan los elementos constructivos:

### 1. Flechas:

- En pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas, la flecha relativa debe ser menor a 1/500.
- En pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas, la flecha relativa debe ser menor a 1/400.
- En el resto de los casos, la flecha relativa debe ser menor a 1/300.

### 2. Desplazamientos horizontales:

- Para elementos constructivos susceptibles de daño por desplazamientos horizontales, como tabiques o fachadas rígidas, se considera que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral si el desplome total es menor a 1/500 de la altura total del edificio y el desplome local es menor a 1/250 de la altura de la planta.

En cuanto a la combinación de acciones, los efectos se determinan según criterios específicos:

1. Acciones de corta duración irreversibles: Se considera la actuación simultánea de todas las acciones permanentes (en valor de cálculo, incluido el pretensado), una acción variable como carga variable principal (en valor de cálculo) y el resto de las acciones variables (en valor de cálculo de combinación).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} T_{0,i} \cdot G_{k,j}$$

2. Acciones de corta duración reversibles: Se considera la actuación simultánea de todas las acciones permanentes (en valor de cálculo, incluido el pretensado), una acción variable como carga variable principal (en valor frecuente) y el resto de las acciones variables (en valor casi permanente).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + T_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} T_{2,i} \cdot G_{k,j}$$

3. Acciones de larga duración: Se considera la actuación simultánea de todas las acciones permanentes (en valor característico) y todas las acciones variables (en valor casi permanente).

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} T_{2,i} \cdot G_{k,j}$$

Como base de cálculo, se realiza el análisis considerando las acciones y situaciones de corta duración y carácter irreversibles.

## 4. CAPITULO IV: Cargas que actúan sobre la estructura

## 4.1 ACCIONES PERMANENTES

### 4.1.1 Peso propio

El peso propio de una nave industrial se refiere al peso total de la estructura de la nave y todos los componentes que la componen. Esta carga incluye materiales como acero, hormigón, revestimientos, sistemas de cubierta y otros elementos estructurales.

El peso propio de una nave industrial puede variar ampliamente según el diseño y las especificaciones de la estructura. Dependerá de factores como el tamaño de la nave, el tipo de materiales utilizados, la altura de la estructura, el tipo de techo, los sistemas de ventilación y otros componentes añadidos. Tenemos que hacer el correcto estudio debido a que es un aspecto importante a considerar durante el diseño y la construcción, ya que afecta directamente la capacidad de carga y la estabilidad estructural de la nave. Además, el peso propio también puede influir en los costos de construcción y en los requisitos de cimentación de la nave.

Es importante realizar un cálculo preciso del peso propio de la nave industrial para garantizar que la estructura sea lo suficientemente resistente y segura para soportar las cargas adicionales, como equipos, maquinaria, productos almacenados y fuerzas externas como viento o nieve.

- Peso Propio: el de la propia estructura
- Carga Muerta (KN/m<sup>2</sup>): esta se obtiene de la tabla del DBSE-AE
- Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento

Tabla C.2 Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura

Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>	Materiales y elementos	Peso kN/m <sup>2</sup>
Aislante (lana de vidrio o roca) por cada 10 mm de espesor	0,02	Tablero de madera, 25 mm espesor	0,15
Chapas grecadas, canto 80 mm, Acero 0,8 mm espesor	0,12	Tablero de rasilla, una hoja una hoja sin revestir	0,40
Aluminio, 0 8 mm espesor	0,04	una hoja más tendido de yeso	0,50
Plomo, 1,5 mm espesor	0,18	Tejas planas (sin enlistonado) ligeras (24 kg/pieza)	0,30
Zinc, 1,2 mm espesor	0,10	corrientes (3,0 kg/pieza)	0,40
Cartón embreado, por capa	0,05	pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50
Enlistonado	0,05	Tejas curvas (sin enlistonado) ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40
Hoja de plástico armada, 1,2 mm	0,02	corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50
Pizarra, sin enlistonado solape simple	0,20	pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60
solape doble	0,30	Vidriera (incluida la carpintería) vidrio normal, 5 mm espesor	0,25
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18	vidrio armado, 6 mm espesor	0,35

SE-AE 19

interno.

Tabla 4.1 Peso específico aparente de materiales de construcción y siguientes.

La cubierta de la nave estará compuesta por paneles sándwich con una capa intermedia de poliuretano de 50 mm de espesor. Estos paneles se apoyarán en las correas de cubierta. Se establece una carga distribuida de 10 kg/m<sup>2</sup> sobre la cubierta.

Las correas de cubierta son elementos que soportan la cubierta, junto con los elementos de sujeción e impermeabilización correspondientes. El peso de las correas se determinará más adelante en el siguiente capítulo.

Los dinteles de la nave son afectados por las acciones en los apoyos de las correas de sujeción. Estas acciones se derivan de la transmisión del peso de la cubierta y de las propias correas. Las correas se dimensionarán adecuadamente para soportar las cargas externas sobre la cubierta. La resistencia de los dinteles depende de la inercia de las vigas, que a su vez está relacionada con el peso. El cálculo de los dinteles se realizará más adelante en el siguiente capítulo.

$$\text{Cubierta panel sándwich} + (\text{Futuras Placas Solares}) = 0,15 + 0,10 = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Pórtico hastial: CP} = 3\text{m} * 0,25 = \mathbf{0,75 \text{ kN/m}}$$

$$\text{Pórtico Interior: CP} = 6\text{m} * 0,25 = \mathbf{1,5 \text{ kN/m}}$$

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
<b>Forjados</b>	<b>kN / m<sup>2</sup></b>
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
<b>Cerramientos y particiones</b> (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	<b>kN / m</b>
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
<b>Solados</b> (incluyendo material de agarre)	<b>kN / m<sup>2</sup></b>
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañado; grueso total < 0,15 m	1,5
<b>Cubierta, sobre forjado</b> (peso en proyección horizontal)	<b>kN / m<sup>2</sup></b>
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recreado, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
<b>Rellenos</b>	<b>kN / m<sup>3</sup></b>
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje <sup>(1)</sup>	20

<sup>(1)</sup> El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Solado (pavimento cerámico) : **1 kN/m<sup>2</sup>**

(pórtico intermedio) CP = (3,20+1) \* 5m = **21 kN/m**

(pórtico frontal) CP= (3,20+1) \* 2,5m = **10,5 kN/m**

Cerramientos y particiones (tabicón u hoja simple de albañilería, grueso total < 0,14m) **5 kN/m** (para una altura libre 3m)

## 4.2 ACCIONES VARIABLES

### 4.2.1 Sobrecarga de Uso

La sobrecarga de uso de una nave industrial se refiere a la carga adicional que se espera que la estructura de la nave pueda soportar debido a las actividades y operaciones que se llevan a cabo en su interior. Esta carga extra se debe tener en cuenta durante el diseño y construcción de la nave para garantizar su resistencia y seguridad.

La sobrecarga de uso puede variar según el tipo de industria y las actividades específicas que se realizan dentro de la nave. Algunos ejemplos de sobrecargas de uso pueden incluir el peso de maquinaria y equipos, almacenamiento de productos, movimiento de personal, sistemas de transporte interno, entre otros.

Es esencial considerar la sobrecarga de uso para asegurarse de que la estructura de la nave tenga la capacidad adecuada para soportar estas cargas adicionales de manera segura. Esto incluye la realización de análisis estructurales y numéricos para determinar la resistencia de los elementos estructurales y garantizar que cumplan con las normas de puesta en servicio y mantenimiento aplicables.

Es importante tener en cuenta la carga que se vuelve a utilizar para evitar posibles daños, averías o daños en la estructura del buque con el paso del tiempo. Además, garantiza la durabilidad y el perfecto funcionamiento de la nave industrial durante toda su vida.

Se consideran los valores característicos de acuerdo con el CTE-DB-SE\_AE

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Teniendo en cuenta los sectores de la nave industrial (zona de producción y oficinas), las cargas serán las siguientes:

-Cubierta en zona de producción y oficinas: será accesible solo para tareas de conservación y mantenimiento, con una subcategoría de uso G1 (inclinación inferior a 20°) con un valor de **1 kN/m<sup>2</sup>**

-Pórtico hastial:  $SU1 = 3m \cdot 1,00 = 3 \text{ kN/m}$

- Pórtico Interior:  $SU1 = 6m \cdot 1,00 = 6 \text{ kN/m}$

#### 4.2.2 Nieve

La carga variable de nieve se refiere a la carga adicional que una estructura, como una nave industrial, debe soportar debido a la acumulación de nieve en su superficie. Esta carga puede variar según la ubicación geográfica, el clima y las condiciones meteorológicas locales.

La carga de nieve es considerada una carga variable debido a que no está presente de forma constante, sino que depende de eventos climáticos específicos. La cantidad de nieve acumulada en la superficie de la nave puede variar ampliamente, y su peso ejerce una presión adicional sobre la estructura.

Es fundamental tener en cuenta la carga de nieve durante el diseño y la construcción de una nave industrial, especialmente en áreas donde las nevadas son frecuentes o intensas. Los códigos de construcción brindan pautas y métodos para calcular las nevadas esperadas, teniendo en cuenta factores como el terreno, la pendiente y la forma.

La cantidad correcta de carga de nieve es importante para garantizar la estabilidad y la estabilidad del barco frente al clima invernal. Una estructura bien diseñada que pueda resistir fuertes nevadas reduce el riesgo de caídas, daños estructurales o daños no deseados causados por fuertes nevadas. Esto garantiza la seguridad de la embarcación y la seguridad de las personas y los bienes en su interior.

Para la determinación de la sobrecarga de nieve se han seguido las indicaciones del DB\_SE-AE, obteniendo un valor de nieve por unidad de superficie  $q_n$

$$q_n = \mu * s_k$$

$$\mu=1 \text{ (cubierta con inclinación inferior a } 30^\circ)$$

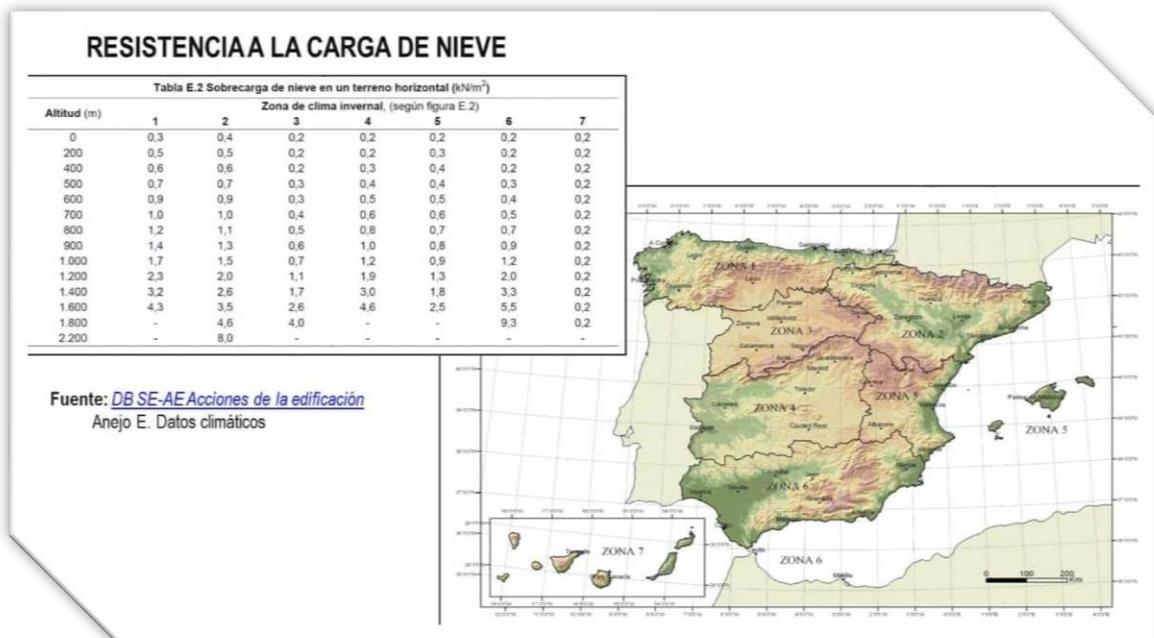
$s_k$ = valor característico de la carga de nieve, se obtiene de la tabla E.2 Crevillente situado en el límite entre zona 5 y 6, con una altitud de 130m

$$q_n=0,4\text{KN/m}^2$$

$$\text{-Pórtico hastial: } N = 3\text{m} * 0,4 = 1,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{Pórtico Interior: } N = 6\text{m} * 0,25 = 2,4 \text{ kN/m}$$

La diferencia entre aleros se considerará ternula teniendo en la superficie superior la misma carga de nieve.



### 4.2.3 Acciones térmicas

La carga variable por expansión térmica en un edificio industrial se refiere a una carga específica que debe soportar debido a los cambios de temperatura y la expansión y contracción. Estas olas de calor pueden dañar varios materiales de construcción, como vigas, paneles de techo y columnas.

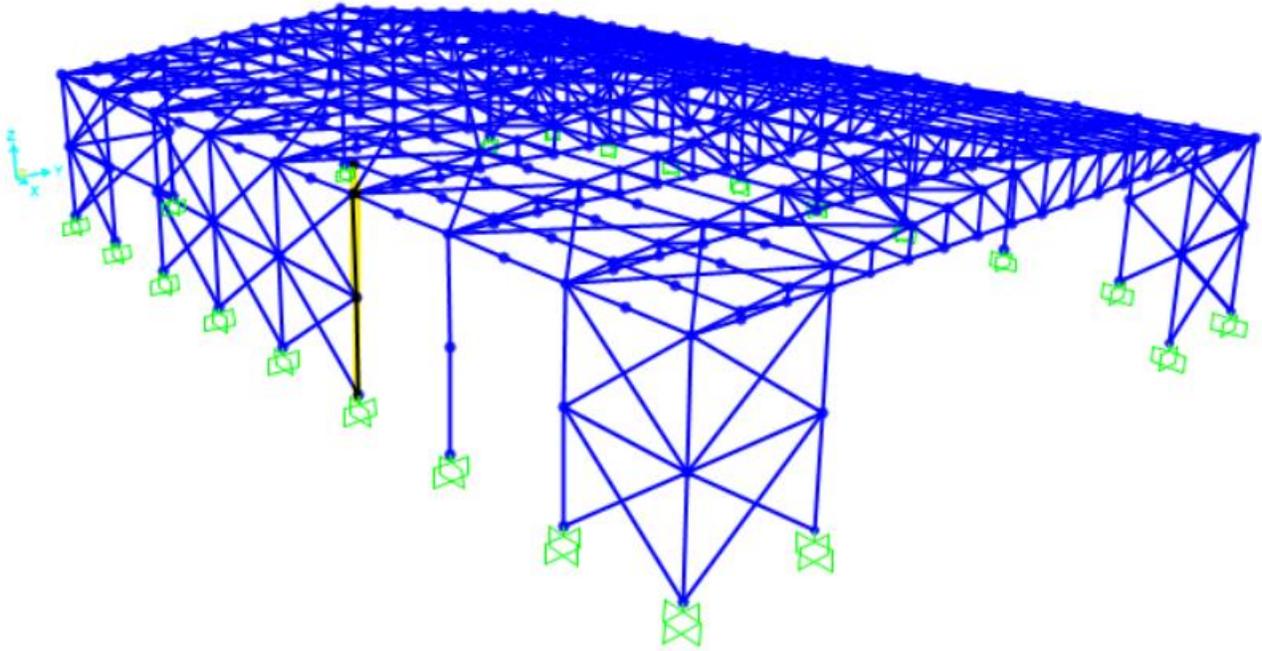
A medida que cambia la temperatura, el material de construcción se expande o se contrae. Estos cambios antiguos crean fuerzas internas que ejercen presión sobre la estructura. Esta fuerza puede ser importante, especialmente en barcos con grandes áreas de cubierta expuestas al sol o cambios extremos de temperatura.

Es importante considerar las acciones térmicas al diseñar y construir una nave industrial para asegurar la integridad estructural a lo largo del tiempo. Se deben tener en cuenta los coeficientes de dilatación térmica de los materiales utilizados y se deben calcular las fuerzas resultantes para garantizar que los elementos estructurales sean lo suficientemente resistentes para soportar estos cambios.

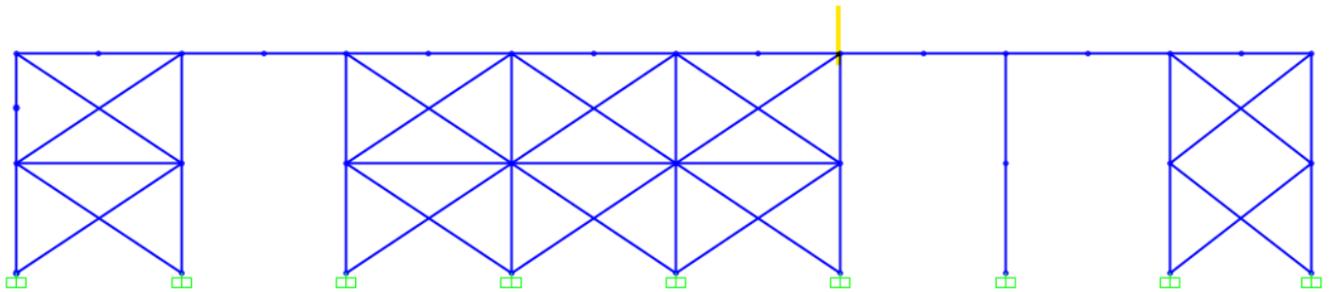
Las acciones térmicas también pueden influir en la selección de los sistemas de dilatación y juntas de expansión adecuados, así como en la elección de materiales con propiedades térmicas apropiadas.

Considerar la carga variable por las acciones térmicas es esencial para evitar deformaciones excesivas, fallas o daños en la estructura de la nave debido a los cambios de temperatura. Al tener en cuenta estas cargas, se garantiza la estabilidad y la durabilidad de la nave industrial a lo largo del tiempo, reduciendo el riesgo de problemas estructurales y manteniendo un entorno seguro para el personal y los activos en el interior de la nave.

Dado que las correas son de 47,14 metros de longitud, para que no existan elementos continuos de más de 40 metros se calculará una junta de dilatación situada en  $X = 40$  metros desde el origen de coordenadas.



*Ilustración 10. Posición de la junta de dilatación en correa X=40m desde el origen*



*Ilustración 11. Posición de junta de dilatación en X=40m*

Cálculo por la izquierda (L=30m)

Verano:  $T_v=48^{\circ}\text{C}$  obtenido del mapa del CTE (en Crevillente)

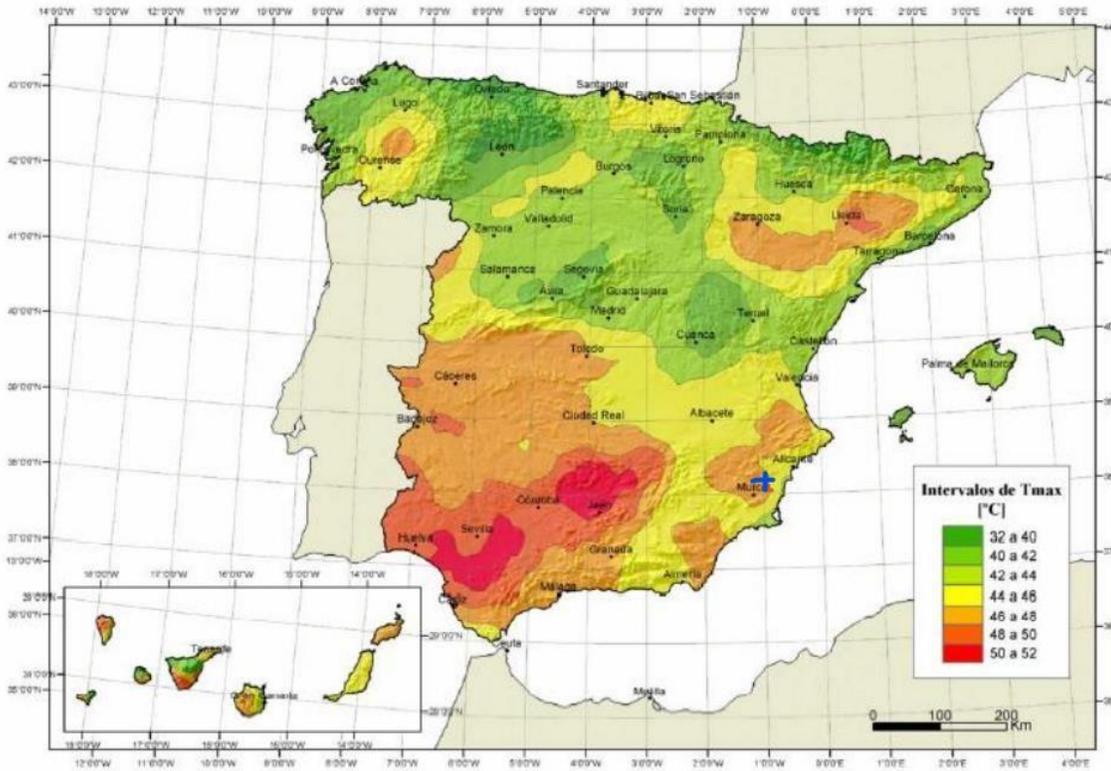


Figura E.1 Isotermas de la temperatura anual máxima del aire ( $T_{max}$  en  $^{\circ}\text{C}$ )

Se considerará la situación más desfavorable con una cubierta de superficie clara:

Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 $^{\circ}\text{C}$	2 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$
Sur y Oeste	18 $^{\circ}\text{C}$	30 $^{\circ}\text{C}$	42 $^{\circ}\text{C}$

$$Tr=30^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{max}}= T_v + Tr = 48 + 30 = 78^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Siendo } \alpha=12 \cdot 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$$

Invierno:  $T_i= - 5^{\circ}\text{C}$

Situado en zona 5 según el mapa de zonas CTE, con una altura sobre el nivel del mar de 130m.

Tabla E.1 Temperatura mínima del aire exterior (°C)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1.000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1.200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1.400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1.600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1.800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2.000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

$$\Delta T = (T_v + T_r) - T_i = 78 - (-5) = 83^\circ \text{ C}$$

$$\Delta L(\text{izq}) = 30 * (12 * 10^{-6}) * 83 = 0,2988 \text{ m} = \mathbf{29,88 \text{ mm}}$$

Cálculo por la derecha (L=17,14m)

De forma análoga:

$$\Delta L(\text{derecha}) = 17,14 * (12 * 10^{-6}) * 83 = 0,02276 \text{ m} = \mathbf{22,76 \text{ mm}}$$

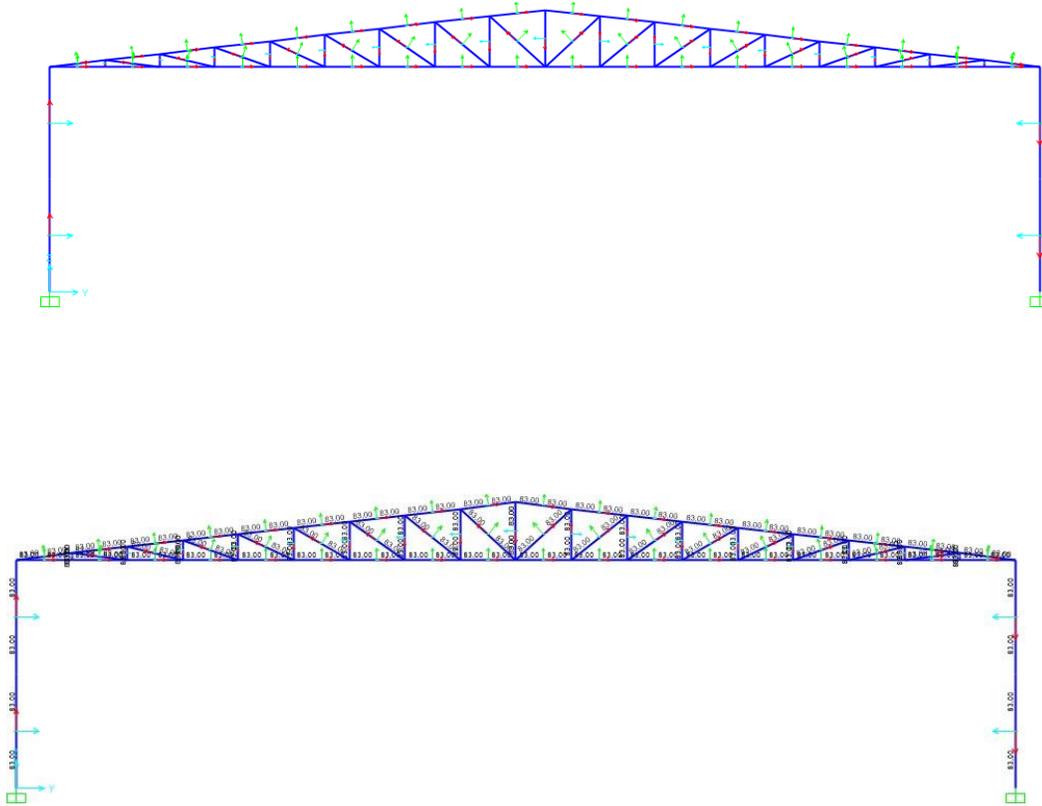
$$\text{Longitud junta} = 29,88 + 22,76 = 52,64 \text{ mm} = \mathbf{\underline{5,26 \text{ mm}}}$$

El interior de la nave estará climatizado con una  $T_{\text{interior}} = 20^\circ \text{ C}$

$$\nabla T = T_{\text{ext}} - T_{\text{int}} = 78 - 20 = 58^\circ \text{ C}$$

$$\text{Cubierta} \frac{\nabla T}{\text{canto perfil}} = \frac{58}{120 \text{ mm}} = 0,48$$

$$\text{Pilar} \frac{\nabla T}{\text{canto perfil}} = \frac{58}{300 \text{ mm}} = \pm 0,193 \text{ (valor negativo en el pilar de la derecha)}$$



*Ilustración 12. Carga de incremento de temperatura en un pórtico..*

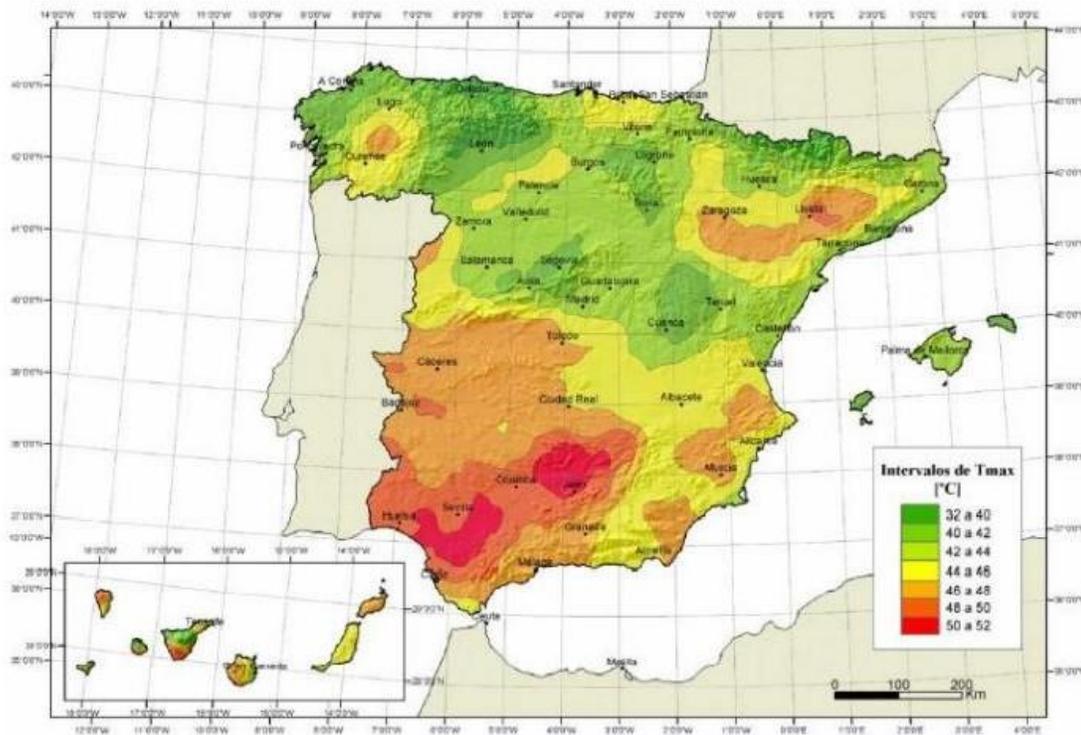
Forma práctica de calcularlo:

Estudiaremos la variación de temperatura media de los elementos estructurales de forma separada en verano, dilatación e invierno contracción tomando como la media anual del emplazamiento 10°C. La temperatura interior del edificio durante todo el año será de 20°C.

**Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar**

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

Orientación de sur y oeste con color de superficie muy claro, teniendo como incremento de temperatura debido a la radiación solar 18°.



**Figura E.1 Isotermas de la temperatura anual máxima del aire ( $T_{max}$  en °C)**

Estamos en Crevillente, zona de intervalo de temperatura máxima de 46-48 grados centígrados.

$$Temperatura\ maxima = 47 + 18 = 65\ ^\circ C$$

El gradiente de temperatura:

$$\nabla T/h = \frac{65-20}{-} = -0,375$$

(IPE120)

$$\frac{\nabla T}{h} = \frac{65-20}{400} = 0,15$$

 $h$  (HEB300)

Tabla E.1 Temperatura mínima del aire exterior (°C)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1.000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1.200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1.400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1.600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1.800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2.000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Tenemos de altitud de 130m siendo zona 5 con una temperatura mínima de  $-5$  grados centígrados.

$$\Delta T = 65 - (-5) = 70 \text{ } ^\circ\text{C}$$

TABLA H-4 COEFICIENTES DE DILATACIÓN TÉRMICA

Material	Coeficiente de dilatación térmica $\alpha$		Material	Coeficiente de dilatación térmica $\alpha$	
	$10^{-6}/^{\circ}\text{F}$	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$		$10^{-6}/^{\circ}\text{F}$	$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Aleaciones de aluminio	13	23	Plásticos		
Latón	10.6–11.8	19.1–21.2	Nylon	40–80	70–140
Bronce	9.9–11.6	18–21	Polietileno	80–160	140–290
Hierro fundido	5.5–6.6	9.9–12	Piedra	3–5	5–9
Hormigón	4–8	7–14	Caucho	70–110	130–200
Cobre y aleaciones de cobre	9.2–9.8	16.6–17.6	Acero	5.5–9.9	10–18
Vidrio	3–6	5–11	Alta resistencia	8.0	14
Aleaciones de magnesio	14.5–16.0	26.1–28.8	Inoxidable	9.6	17
Monel (67% Ni, 30% Cu)	7.7	14	Estructural	6.5	12
Níquel	7.2	13	Aleaciones de titanio	4.5–6.0	8.1–11
			Tungsteno	2.4	4.3

El material que hemos usado para nuestra estructura es acero estructural ( $12 * 10^{-6}$ )

Por lo tanto, el incremento de la longitud:

$$\Delta L(izq) = 17,5 * (12 * 10^{-6}) * 70 = 0,0147 = 14,7 \text{ mm } ^{\circ}\text{C}$$

El de la derecha será simétrico por lo tanto tendrá el mismo valor.

$$\text{Distancia de junta} = 14,7 + 14,7 = 29,4 \text{ mm } ^{\circ}\text{C}$$

La tensión y deformación que genera la diferencia de temperatura:

$$\varepsilon = (12 * 10^{-6}) * 70 = 840 * 10^{-6}$$

$$\sigma = \varepsilon * E = 840 * 10^{-6} * 210000 = 176,4 \text{ Mpa}$$

#### 4.2.4 Viento

Las cargas variables de viento en naves industriales se refieren a las cargas adicionales que debe soportar la estructura por efecto del viento. El viento actúa sobre la superficie del barco, creando presiones que actúan en diferentes direcciones y potencialmente crean tensiones significativas en la estructura. Las cargas de viento variables son un factor importante a considerar durante el diseño y construcción de naves industriales, especialmente en áreas con vientos fuertes o fuertes frecuentes.

Los códigos de construcción y las normas específicas brindan orientación sobre el cálculo y el dimensionamiento correctos de los elementos estructurales en función de las cargas de viento esperadas. Las cargas de viento dependen de varios factores, como la velocidad del viento, la altura de la estructura, la forma del edificio y la exposición. Para determinar la carga del viento, se utiliza un coeficiente de presión que refleja la distribución de las fuerzas del viento en la superficie del barco.

La estructura debe estar diseñada para ser lo suficientemente fuerte para soportar las fuerzas del viento sin deformación excesiva o daño estructural. Elementos como los perfiles de las vigas, la rigidez de las losas de cubierta y las conexiones adecuadas entre los componentes deben ser considerados para soportar las cargas de viento. Cuando se consideran cargas de viento variables, el objetivo es garantizar la estabilidad y seguridad de los edificios industriales frente a posibles derrumbes o daños estructurales causados por condiciones de viento adversas. Esto es fundamental para proteger a las personas, los bienes y las operaciones en el almacén.

Presión Dinámica: se calcula con la fórmula dispuesta en el anejo D.1 del CTE-SE-AE donde

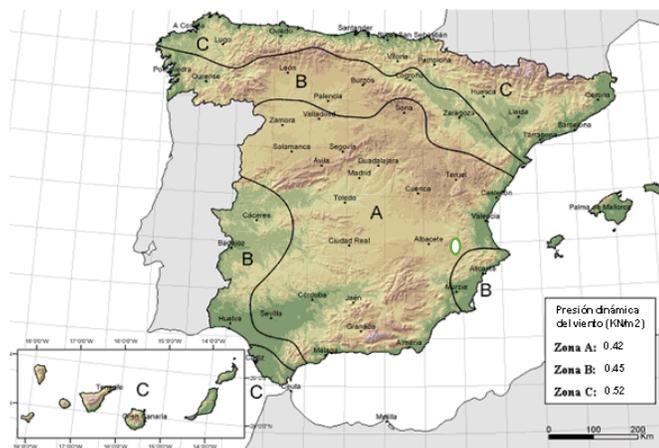


Ilustración 6. Mapa de presión dinámica en España

$$qb = 0,5 * \delta * vb^2$$

- $\delta$  = densidad del aire, de valor 1,25 kg/m<sup>3</sup>
- $vb$  = velocidad del viento. Para este caso, CREVILLEN (ALICANTE) se encuentra en la zona eólica tipo B, cuya velocidad del viento es 27 m/s.

Por lo tanto, la presión dinámica del viento será de **0.45 KN / m<sup>2</sup>**

### Coeficiente de Exposición ( $C_e$ )

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

Ilustración 7. Valores coeficiente de exposición.

El grado de aspereza del entorno será nivel IV (zona industrial).

Altura de la estructura: 10 metros.

El grado de exposición exterior será  $1,766 \approx 1,8$

La nave tendrá dos puertas de acceso de medidas  $6 \times 5 \text{ m}^2$  en la entrada a la zona industrial, y 5 ventanas por lado de  $1 \times 1,5 \text{ m}^2$  a una altura de 5 metros. La superficie total de los huecoses  $(6 \times 5) + 10(1 \times 1,5) = 45 \text{ m}^2$ . Se puede considerar que el área de los huecos es suficientemente grande para estimar los efectos de la presión interior generada por el viento.

El coeficiente de exposición interior,  $C_{e,int}$ , se calcula de la misma manera que para el exterior. Se va a estimar que la altura media de todos los huecos es de 5 m, con lo que se estima un valor de  $C_{e,int} = 1,35$ .

La siguiente formula será la que usemos para calcular la presión interna del viento:

$$q_e = q_b \cdot (C_{e,ext} \cdot C_{p,ext} - C_{e,int} \cdot C_{p,int}) [\text{kN/m}^2]$$

Coeficiente Eólico (presión):  $c_p$

Dividiremos las fuerzas del viento según en que parte de la estructura podamos encontrarla. Empezando por el edificio de oficinas con terraza.

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≤ 5,00
Coefficiente eólico de presión, $c_p$	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coefficiente eólico de succión, $c_s$	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	0,6	0,7

Ilustración 8. Coeficiente eólico en edificios

Esbeltez de largo == Máxima altura / Distancia horizontal =  $10 / 57,14 = 0.175$

Esbeltez de ancho == Máxima altura / Distancia horizontal =  $10 / 35 = 0.2857$

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

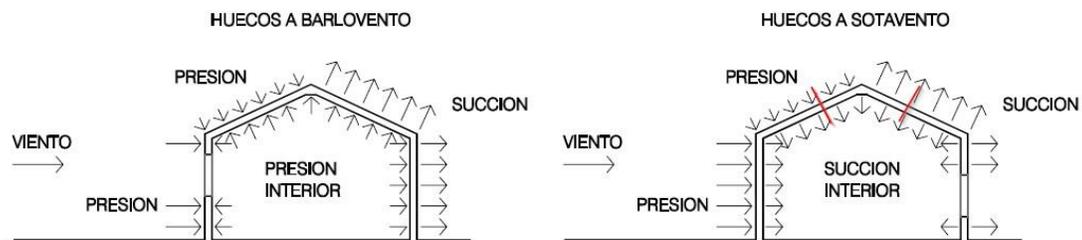


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

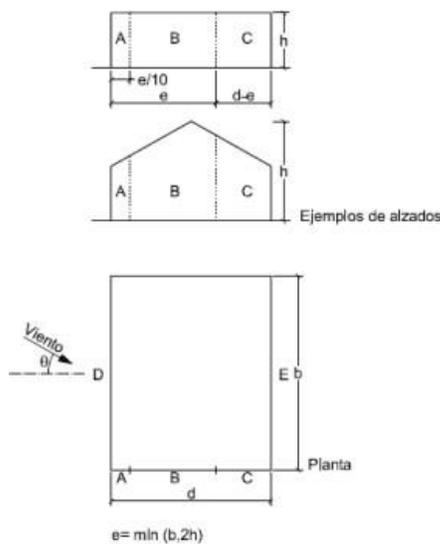
Como la nave objeto tiene huecos de grandes dimensiones, se debe calcular las dos posibilidades pésimas para cada sentido del viento; la que produce en el interior la mayor sobrepresión y la que genera mayor depresión o succión.

Para los valores de máxima presión interior se produce cuando los huecos a barlovento están abiertos, así que el área de huecos en zonas de succión es 0,0, con un  $C_{p,interior} = 0,7$ .

$$C_{p,interior} \text{ presión máxima} = 0,7$$

Para los valores de máxima succión interior se produce cuando los huecos a sotavento están abiertos, así que el área de huecos en zonas de succión es 1,0, con un  $C_{p,interior} = -0,5$ .

$$C_{p,interior} \text{ succión máxima} = -0,5$$



A (m <sup>2</sup> )	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
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
$\leq 1$	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

Ilustración 10. Parámetros verticales

$$e = \min(57,14, 20) == 20$$

$$b = 57,14$$

$$d = 35$$

A(m2)	h/d	A	B	C	D	E
10	0.2857 ≈ 0,25	- 1, 2	- 0,8	-0,5	0, 7	-0,3

$$ABC = [A \cdot e / 10 + B \cdot \frac{9e}{10} + C \cdot (d - e)] \cdot \frac{1}{\bar{d}}$$

$$ABC = [(-1,2) \cdot 2 + (-0,8) \cdot 18 + (-0,5) \cdot 15] \cdot \frac{1}{35} = -0,6942$$

AB C	D	E
- 0,694 2	0,7	-0,3

Zonas	c <sub>e,ext</sub>	c <sub>p, ext</sub>	c <sub>e,ext</sub> · c <sub>p,ext</sub>
ABC	1,8	- 0,6942	-1,24956
D	1,8	0,7	1,26
E	1,8	- 0,3	- 0,54

Tabla 4.8: Términos de presión exterior para el viento

Tabla 4.10: Carga estática de viento en paramentos para VIENTOS A 90° MÁXIMA  
PRESIÓN INTERIOR

Zonas	$q_b$	$C_{e,ext} \cdot C_{p,ext}$	$C_{e,int} \cdot C_{p,int}$	$q_e = q_b \cdot (C_{e,ext} \cdot C_{p,ext} - C_{e,int} \cdot C_{p,int})$ [kN / m <sup>2</sup> ]	Carga definitiva en pilares de lazona en función de su posición (multiplicando por el ancho de banda de cada pieza). [kN / m]
ABC	0,45	- 1,24956	0,945	- 0,9875	Esquina: - 0,825 x 5/2 = - <b>2,06</b>
					Centrales: - 0,825 x 5 = - <b>4,12</b>
D	0,45	1,26	0,945	0,1417	Esquina: 0,106 x 6,5/2 = <b>0,34</b>
					Centrales: 0,106 x 6,5 = <b>0,69</b>
E	0,45	-0,54	0,945	- 0,6682	Esquina: - 0,613 x 6,5/2 = - <b>1,99</b>
					Centrales: - 0,613 x 6,5 = - <b>3,98</b>

Nota: Para la parte trasera o la fachada de la oficina, aproximaremos el valor a 10 KN /m

Para abordar la influencia de las ventanas y huecos en la nave, hemos llevado a cabo un análisis exhaustivo del viento en el anexo dedicado a los cálculos. De esta manera, hemos sido capaces de evaluar la estructura bajo dos escenarios distintos de viento, basados en estudios prácticos rigurosos. Los resultados obtenidos en la práctica han demostrado que la diferencia entre ambos casos es insignificante. En consecuencia, podemos afirmar que la estructura exhibe una sólida capacidad de resistencia ante la carga de viento, independientemente de las ventanas y huecos presentes. Este hallazgo pone de manifiesto la robustez y confiabilidad del diseño estructural implementado.

## 4.3 ACCIONES ACCIDENTALES

### 4.3.1 Sismo

Los efectos sísmicos en los estudios de diseño de edificios industriales se refieren a las cargas adicionales que debe soportar una estructura debido al movimiento sísmico o un terremoto. Los terremotos crean fuerzas dinámicas que actúan sobre los barcos y pueden causar vibraciones y deformaciones importantes

en la estructura. Los efectos sísmicos deben tenerse en cuenta al diseñar y construir edificios industriales, especialmente en áreas propensas a terremotos.

Los códigos de construcción y las normas sísmicas brindan orientación para la evaluación y el dimensionamiento adecuados de los miembros estructurales en función de las cargas sísmicas anticipadas. El rendimiento sísmico depende de factores como la ubicación geográfica, la actividad sísmica histórica, la categoría de diseño sísmico y las propiedades del suelo. Estos factores se utilizan para calcular las fuerzas sísmicas que actúan sobre el barco.

La estructura debe diseñarse teniendo en cuenta la acción sísmica para garantizar que pueda resistir la dinámica causada por un terremoto. Las técnicas de análisis sísmico, como la espectroscopia de respuesta, se utilizan para evaluar las demandas sísmicas de los elementos estructurales y aplicar sus dimensiones.

En cuanto a la exposición sísmica, tiene como objetivo garantizar la resistencia y estabilidad de los edificios industriales durante los terremotos, minimizando el riesgo de colapso o daño estructural. Esto es esencial para proteger a las personas y la propiedad en los edificios y para garantizar la continuidad de las operaciones industriales. En conclusión, es muy importante considerar el comportamiento sísmico cuando se estudia el diseño de naves industriales para asegurar que la estructura sea resistente a los movimientos sísmicos, reduciendo así el riesgo de sismos.

Para su obtención se empleará lo establecido en la norma NCSE-02 correspondiente al cálculo sismorresistente.

La aceleración sísmica de cálculo:

$$a_c = S \cdot a_b \cdot \rho$$

La nave industrial se trata de una estructura de importancia normal, la cual su destrucción puede ocasionar víctimas, pero no se trata de un servicio imprescindible ni puede dar lugar a efectos catastróficos.

$$\rho = \begin{cases} 1,0 \text{ constr. Importancia normal} \\ 1,3 \text{ constr. Importancia especial} \end{cases}$$

Por lo tanto,  $\rho = 1,0$

Del Anejo 1 de la norma mencionada se extrae la aceleración básica y el coeficiente de contribución:

$$a_b = 0,15g$$

$$K=1$$

CATRAL	0,15	(1,0)
COCENTAINA	0,07	(1,0)
CONFRIDES	0,08	(1,0)
COX	0,16	(1,0)
<b>CREVILLEN</b>	<b>0,15</b>	<b>(1,0)</b>
DAYA NUEVA	0,16	(1,0)
DAYA VIEJA	0,16	(1,0)
DÉNIA	0,06	(1,0)
DOLORES	0,16	(1,0)
ELCHE/ELX	0,15	(1,0)

En cuanto al tipo de terreno, se considerará tipo III, suelo granular de compacidad media.

**Tabla 2.1**  
**COEFICIENTES DEL TERRENO**

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
<b>III</b>	<b>1,6</b>
IV	2,0

Además, la ductilidad del sistema se considerará media y un amortiguamiento del 5%.

$\mu=2$        $\Omega(\text{amortiguamiento})=5\%$

Mediante herramienta Excel se extrae el espectro de respuesta cuyos valores se introducirán en SAP2000 para el cálculo de acciones sísmicas:

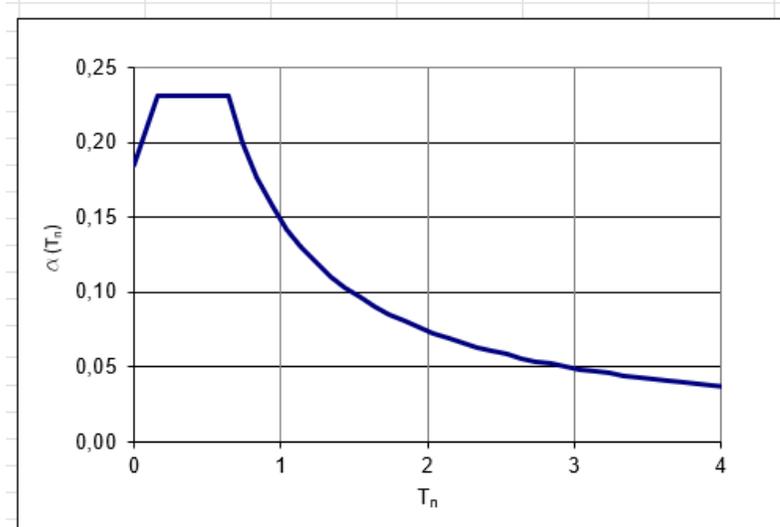


Ilustración 13. Espectro de respuesta

Parámetros		
ab	0,15	aceleración básica
ro	1,00	Coefficiente de importancia
C	1,60	Coefficiente de suelo
S		
	1, 2 3	
K	1,00	Coefficiente de contribución
Ta	0,16	Periodo inicio parte plana
Tb	0,64	Periodo final parte plana
ac	0,19	Aceleración de cálculo
mu	2,00	Ductilidad
chi	5,00	% Amortiguamiento
beta	0,50	Coefficiente de respuesta

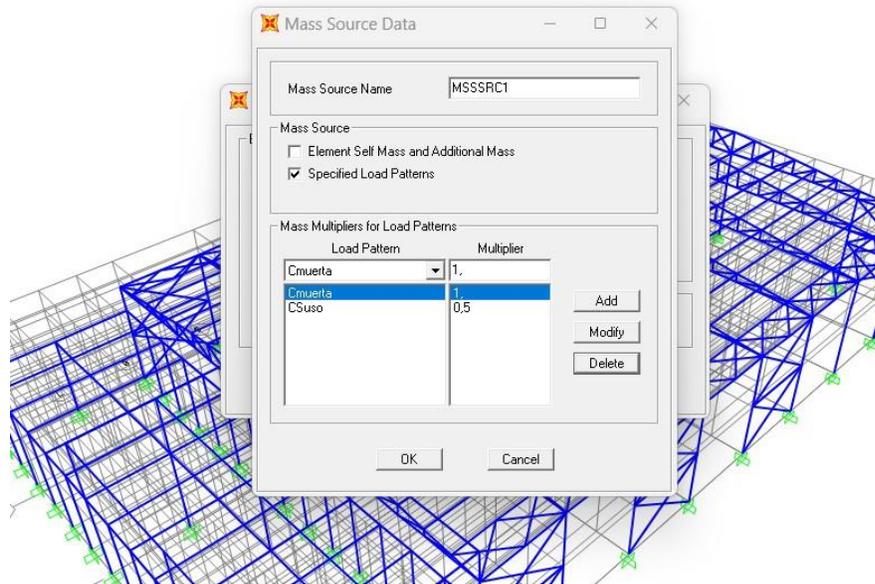
$T_n$	$R_{sa}$
0	0,185007
0,16	0,231258 75

0,64	0,231258 75
0,74	0,200007 57
0,84	0,176197 14
0,94	0,157452 77
1,04	0,142313 08
1,14	0,129829 47
1,24	0,119359 35
1,34	0,110451 94
1,44	0,102781 67
1,54	0,096107 53
1,64	0,090247 32
1,74	0,085060 69
1,84	0,080437 83
1,94	0,076291 55
2,04	0,072551 76
2,14	0,069161 5
2,24	0,066073 93
2,34	0,063250 26
2,44	0,060658 03
2,54	0,058269

	92
2,64	0,056062 73
2,74	0,054016 64
2,84	0,052114 65
2,94	0,050342 04
3,04	0,048686 05
3,14	0,047135 54
3,24	0,045680 74
3,34	0,044313 05
3,44	0,043024 88
3,54	0,041809 49
3,64	0,040660 88
3,74	0,039573 69
3,84	0,038543 13
3,94	0,037564 87
4,04	0,036635 05

Cálculo de la masa, la masa propia no la consideramos en este caso.

$$CM*1+Suso*0.5$$



## 4.4 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Se realizarán solo las comprobaciones ELU (resistencia) los cuales, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo, según lo que dicta la normativa DBSE. Aplicando la fórmula para cargas variables:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) para las acciones

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

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		<sup>(1)</sup>	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

<sup>(1)</sup> En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Y en caso de que la acción accidental sea sismo:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Considerando que SU1 (mantenimiento de cubierta) no se combinará con la acción de nieve, los estados límites últimos son los siguientes:

$$ELU1 = 1,35 \cdot CM$$

$$ELU2 = 1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot S_{uso1}$$

$$ELU3 = 1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot S_{uso2}$$

$$ELU4 = 1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot N$$

$$ELU5 = 1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot V$$

$$ELU6 = 1,35 \cdot CM + 1,5 \cdot T$$

$$ELU7 = 1,35G + 1,5S_{uso1} + [(1,5 \cdot 0,7S_{uso2}) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot V) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot T)]$$

$$ELU8 = 1,35G + 1,5S_{uso2} + [(1,5 \cdot 0,7S_{uso1}) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot V) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot T)]$$

$$ELU9 = 1,35G + 1,5N + [(1,5 \cdot 0,7S_{uso1}) + (1,5 \cdot 0,7S_{uso2}) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot V) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot T)]$$

$$ELU10 = 1,35G + 1,5V + [(1,5 \cdot 0,7S_{uso2}) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot T) + (1,5 \cdot 0,5 \cdot N)]$$

$$ELU11 = 1,35G + 1,5T + [(1,5 \cdot 0,7S_{uso1}) + (1,5 \cdot 0,7 \cdot S_{uso2}) + (1,5 \cdot 0,5 \cdot N)]$$

$$ELU12 = 1,35G + 1,5T + [(1,5 \cdot 0,7S_{uso1}) + (1,5 \cdot 0,7 \cdot S_{uso2}) + (1,5 \cdot 0,6 \cdot V)]$$

$$ELU13 = G + Sismo\_X + [(0,3 \cdot S_{uso1}) + (0,3 \cdot S_{uso2})]$$

$$ELU14 = G + Sismo\_Y + [(0,3 \cdot S_{uso1}) + (0,3 \cdot S_{uso2})]$$

## TABLA RESUMEN DE TODAS LAS ACCIONES Y SUS COMBINACIONES

Tabla 4.31: *Combinación de acciones.*

Peso Propio	Sobrecarga de Uso	Nieve	Viento	Explicación	Combinación
1	0	0	1	P.P + Viento	1
1	0	1	0	P.P + Nieve	2
1	0	1	1	P.P + Nieve + Viento	3
1	1	0	0	P.P + S.U	4
1	1	0	1	P.P + S.U + Viento	5

En la tabla 4.32 muestra la completa combinatoria de acciones para hallar la situación más desfavorable.

# 5. CAPITULO V: Calculo de la estructura metálica

A lo largo de este apartado, voy a comenzar introduciendo, toda la información que nos aporta el software usado, en mi caso desarrollado con SAP2000. Intentare seguir un orden correcto, mostrando los detalles mas particulares para entender el modelo analítico y encontrar la solución mas adecuada.

Se verifica el estado de las correas mediante la evaluación de las tensiones y deformaciones máximas. Esto implica que se realizan comprobaciones tanto para el estado límite último (E.L.U) como para el estado límite de servicio (E.L.S). En el caso de perfiles laminados, se tiene en cuenta el efecto del pandeo lateral, mientras que para los perfiles conformados también se consideran los efectos de combadura y abolladura según lo establecido en el CTE.

Una vez definida la geometría de un pórtico tipo, se procederá a exportarlo a otro módulo del programa llamado “Nuevo Metal 3D” (a partir de ahora NM3D), con el fin de seguir trabajando con él hasta obtener la estructura de la nave completa, incluyendo las uniones entre barras y las placas de anclaje.

## 5.1 Definición de la geométrica completa

### 5.1.1 Pórticos

En los pórticos Se empleará una estructura articulada formada por perfiles metálicos, para rigidizarlos, estarán compuestos por cerchas Pratt, utilizada en luces medianas y grandes, ya que la luz de es de 35 metros, con una sección cuadrada tubo120x120x10.

Además, se dispondrán para los arriostramientos laterales y frontales perfiles de sección cuadrada de 90x90x10. En cuanto a la viga cortavientos se emplearán tubos de sección cuadrada 80x80x10. Las medidas de los pórticos se adjuntan en el anexo 2.

El pórtico hastial frontal se arriostrará en los extremos mediante cruces de San Andrés unidaa una viga adicional situada a 5,83 metros. Además, se dispondrá una viga central HEB300

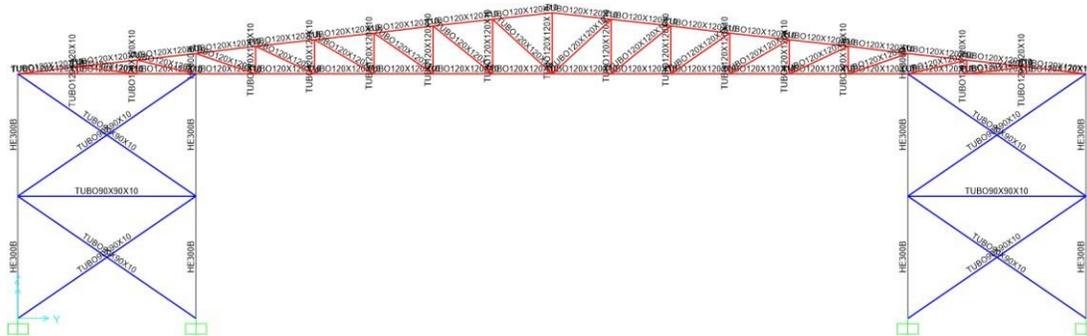
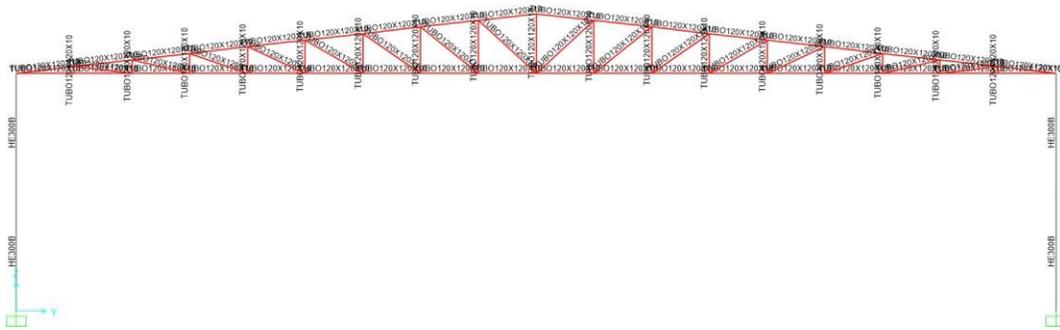


Ilustración 3. Pórtico hastial frontal

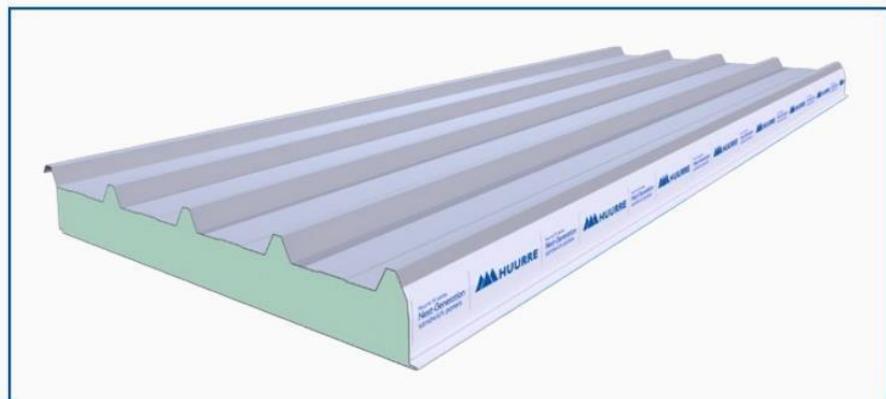
El pórtico intermedio critico es el situado en la cota X=46 metros, localizado en la entrada y salida de camiones, ya que no se pueden disponer de cruces que ocupen toda el área entre pórticos porque obstaculizarían las zonas de carga y descarga.



*Ilustración 4. Pórtico Intermedio*

### 5.1.2 Estructura de la cubierta

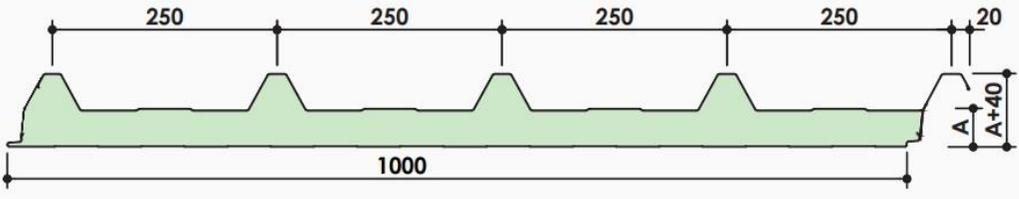
En la cubierta que hemos diseñado, los dinteles están divididos en 9 secciones de 1,96 metros de longitud (longitud entre correas). La separación entre correas se hará a criterio del fabricante de la cubrición, para ello se ha elegido el panel modelo “HI-XT” de la empresa Huurre Ibérica, el cual se define como un panel sándwich para cubiertas con núcleo aislante rígido de espuma PIR y caras exteriores de chapa perfilada de acero estructural, considerado



como cerramiento ligero de alto poder aislante que garantiza la total estanqueidad del cerramiento debido a sus juntas con encaje y solape de las chapas.

Ilustración 8. Panel HI-XT, extraído de la ficha técnica del fabricante.

**DIMENSIONES, PESO Y PRESTACIONES TÉRMICAS**



<b>Ancho útil</b>	1.000 mm						
<b>Longitud de fabricación</b>	<b>Estándar:</b>	2,0 a 13,5 m					
	<b>Especial:</b>	13,5 a 16 m (transporte especial)					
<b>Conductividad térmica</b>	0,0195 W/mK						
<b>Conductividad térmica declarada<sup>1</sup></b>	0,0217 W/mK (considerando núcleo envejecido)						
<b>Densidad del núcleo aislante</b>	PIR: 40 (± 5) kg/m <sup>3</sup>			PIRM: 40 (-2/+5) kg/m <sup>3</sup>			
<b>Espesor núcleo aislante (A)</b>	30	40	50	60	80	100	120 (mm)
<b>Peso</b>	9,71	10,13	10,55	10,97	11,81	12,65	13,49 (kg/m <sup>2</sup> )
<b>Transmitancia térmica<sup>1</sup> (PIR / PIRM)</b>	0,62	0,48	0,39	0,33	0,25	0,21	0,17 (W/m <sup>2</sup> K)
<b>Resistencia térmica<sup>2</sup> (PIR/PIRM)</b>	1,43	1,89	2,35	2,81	3,73	4,65	5,58 (m <sup>2</sup> K/W)

NOTA: (1) Transmitancia térmica determinada acorde a norma UNE-EN 14509, considerando el efecto del envejecimiento del núcleo aislante, y certificada mediante la marca N de AENOR.  
 (2) Para chapas de 0,5 mm (int/ext)

**Pág. 1**

**TABLAS DE VANOS MÁXIMOS (m)**

Las tablas siguientes indican las **distancias máximas admisibles entre apoyos (m)** en función del espesor del panel (mm) y la carga descendente uniformemente repartida (daN/m<sup>2</sup>).

**DOS APOYOS**



**Cargas descendentes (daN/m<sup>2</sup>)**

Espesor (mm)	50	75	100	125	150	175	200
30	3,87	3,27	2,87	2,61	2,40	2,23	2,04
40	4,38	3,71	3,28	2,96	2,71	2,52	2,32
50	4,89	4,16	3,69	3,32	3,03	2,80	2,60
60	5,40	4,61	4,09	3,68	3,34	3,08	2,87
80	5,95	5,43	4,81	4,35	3,99	3,69	3,45
100	6,50	6,25	5,53	5,02	4,63	4,31	4,04
120	6,50	6,50	6,10	5,55	5,12	4,78	4,51



Ilustración 9. Datos técnicos extraídos de la ficha técnica

Se ha elegido el panel de espesor 30mm cuya longitud máxima admisible entre apoyos es de 2,04m entre correas, en la estructura la distancia es de 1,96 m, con lo cual aguantará 200kg/m<sup>2</sup>.

En la zona de oficinas se usará un forjado de chapa colaborante, sus características se han extraído de la

$$1\text{da}/\text{m}^2 \approx 1\text{ kg}/\text{m}^2$$

ficha técnica correspondiente.

## GMCHAPA PERFIL COLABORANTE 55-174-920

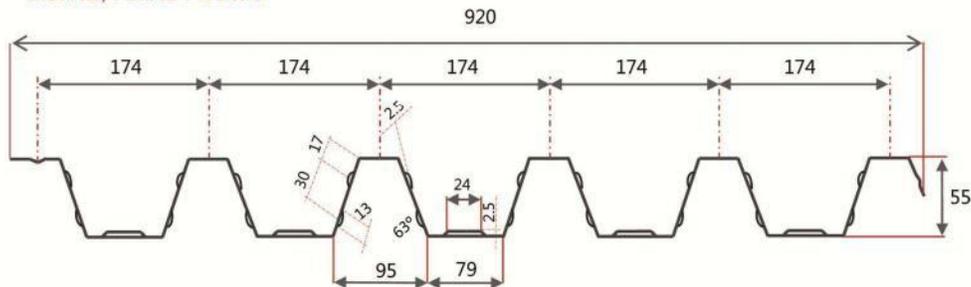
**APLICACIÓN**  
Forjados

**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

Espesor acero: 0.8 / 1 / 1.2 mm.  
Ancho total: .920 mm.  
Ancho útil: 870 mm.  
Longitud mínima: 100 mm.  
Longitud máxima: 12.000 mm.



**DISEÑO, PERFIL Y COTAS**



## CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Tipo de acero: S 220 GD

Recubrimiento galvanizado: En proceso Sendzimir, con recubrimiento hasta 275 gr/m<sup>2</sup> de Zinc (según norma 10327).

Disponemos de otras calidades bajo consulta.

Espesor mm.	Momento de Inercia (cm <sup>4</sup> /ml)	Módulo resistente ala inferior (cm <sup>3</sup> /ml)	Módulo resistente ala superior (cm <sup>3</sup> /ml)
0.8	48.44	12.31	14.51
1	61.18	17.35	18.49
1.2	73.92	18.49	22.43

DISEÑO PROPIO DE LAS LOSAS											
Peso propio perfil + hormigón kg/m <sup>2</sup>											
Espesor losa (mm)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Volumen dm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	76	86	96	106	116	126	136	146	156	166	
Espesor de chapa (mm)	0.8	195	220	245	269	294	318	343	367	392	416
	1.00	199	222	247	271	296	320	345	369	394	418
	1.2	200	225	249	274	298	323	347	372	396	421

Se ha elegido un espesor de chapa de 1 mm, y un espesor de 16 mm cuyo peso propio (perfil + hormigón) es de **320 kg/m<sup>2</sup>**. = 3,20 Kg/m<sup>2</sup>

## 5.7 Introducción de flechas y pandeos en barras

En el análisis estructural de la nave, se han calculado coeficientes aproximados para cada barra utilizando el Generador de Pórticos. Sin embargo, es necesario revisar y modificar estos coeficientes si es necesario. El programa seguirá estrictamente las normas establecidas en el CTE-DB-SE-A para determinar los pandeos de cada barra en cada eje, pero no se considerarán ciertas condiciones como la posibilidad de ampliar la nave, la presencia de elementos que impidan el pandeo de esas barras o la conexión con otras barras de la estructura. Por lo tanto, será necesario ajustar estos coeficientes para tener en cuenta todas estas limitaciones y convertirlas en un número. A este número se le denomina "coeficiente de pandeo" ( $\beta$ ).

El coeficiente de pandeo ( $\beta$ ) es un valor igual o mayor a cero que pondera la longitud de la barra, calculando la longitud de pandeo ( $L_K = \beta \cdot L$ ). Esta longitud representa la distancia entre dos puntos de inflexión consecutivos en la deformación de la barra en un plano determinado.

Elegir el coeficiente de pandeo correcto es complicado y requiere un estudio detallado, ya que los resultados dependen directamente de él. Por lo tanto, es un aspecto crucial a la hora de realizar los cálculos.

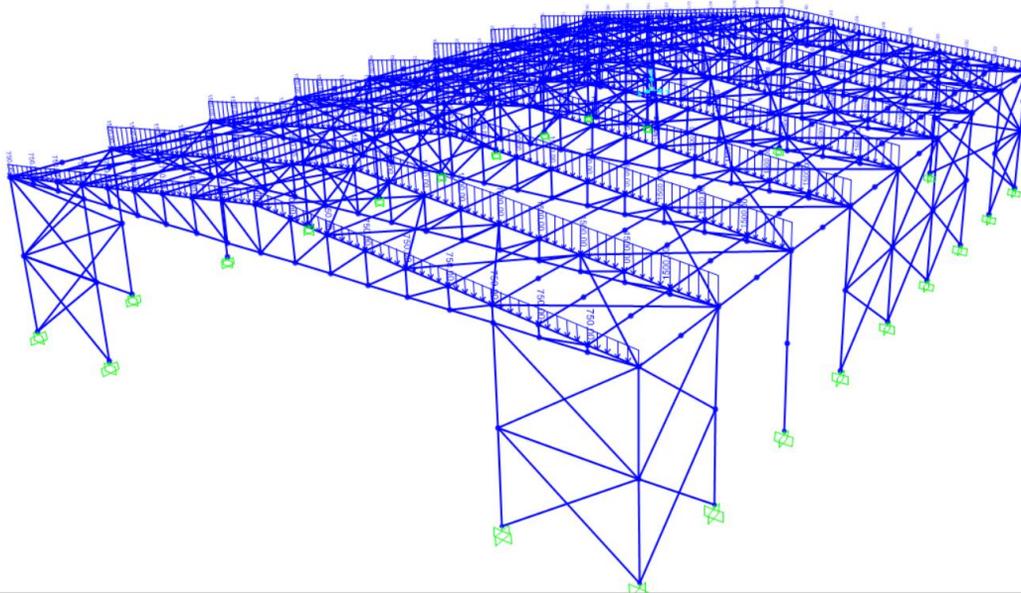
Existen numerosos estudios de diferentes autores sobre el cálculo de este coeficiente. Por ejemplo, se pueden mencionar los textos de Ortiz Herrera, J. Sin embargo, no existe una ciencia exacta en este tema y cada autor utiliza sus propios métodos.

En este proyecto, se tomarán como base las directrices establecidas en el CTE-DB-SE-A en su apartado 6.3.2, que se pueden encontrar en la tabla 5.3. Esta tabla relaciona los coeficientes de pandeo con la descripción de los extremos de las barras. No obstante, se aplicarán ajustes considerando las condiciones de contorno que restrinjan la posibilidad de pandeo de las barras.

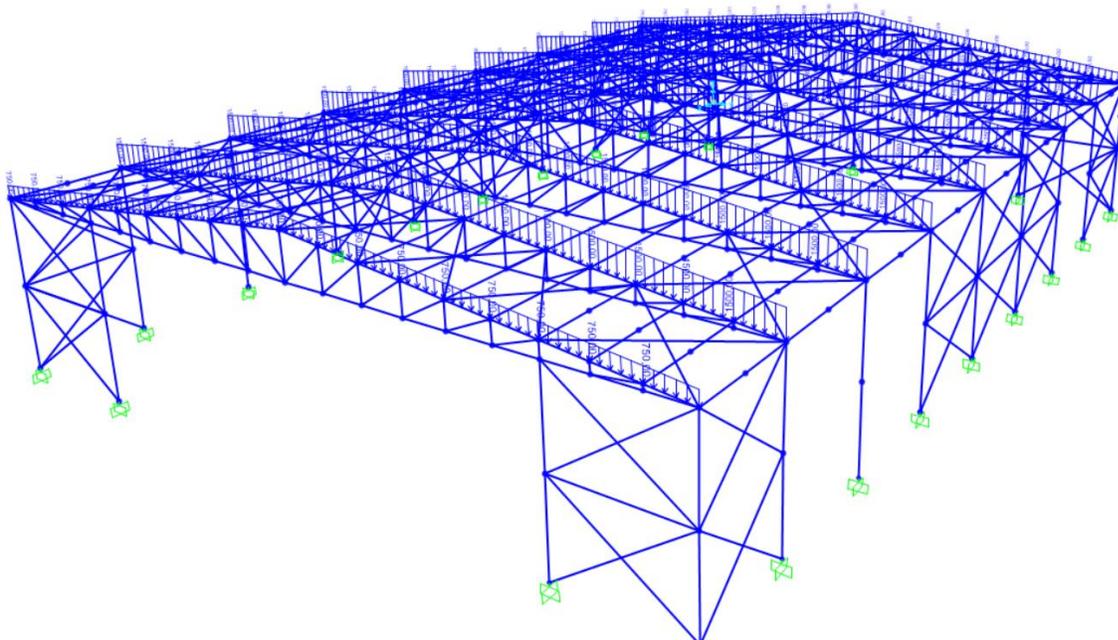
<i>Condiciones del extremo</i>	<i>Biarticulada</i>	<i>Biempotrada</i>	<i>Articulada-empotrada</i>	<i>Biempotrada desplazable</i>	<i>En ménsula</i>
$L_K$	1.0 L	0.5 L	0.7 L	1.0 L	2.0 L

### 5.7 Cargas en SAP2000

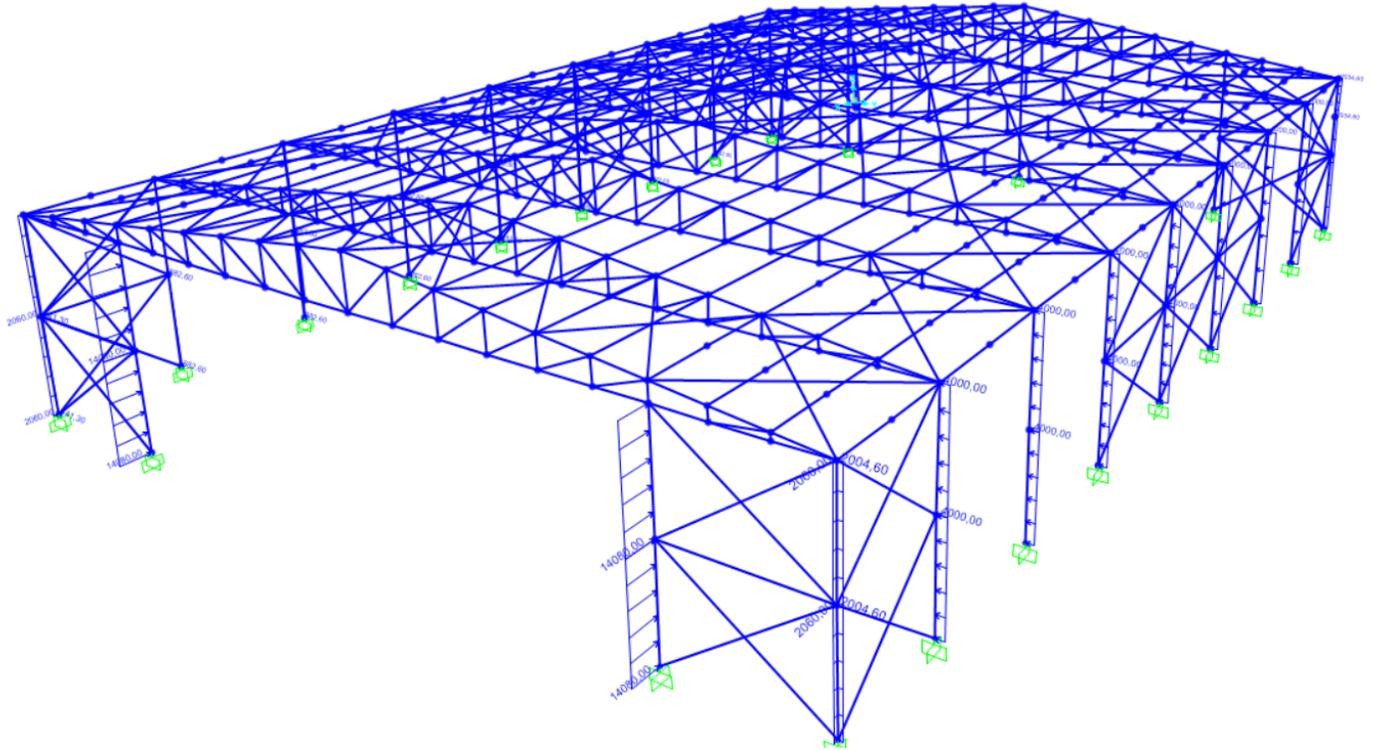
#### Carga permanente



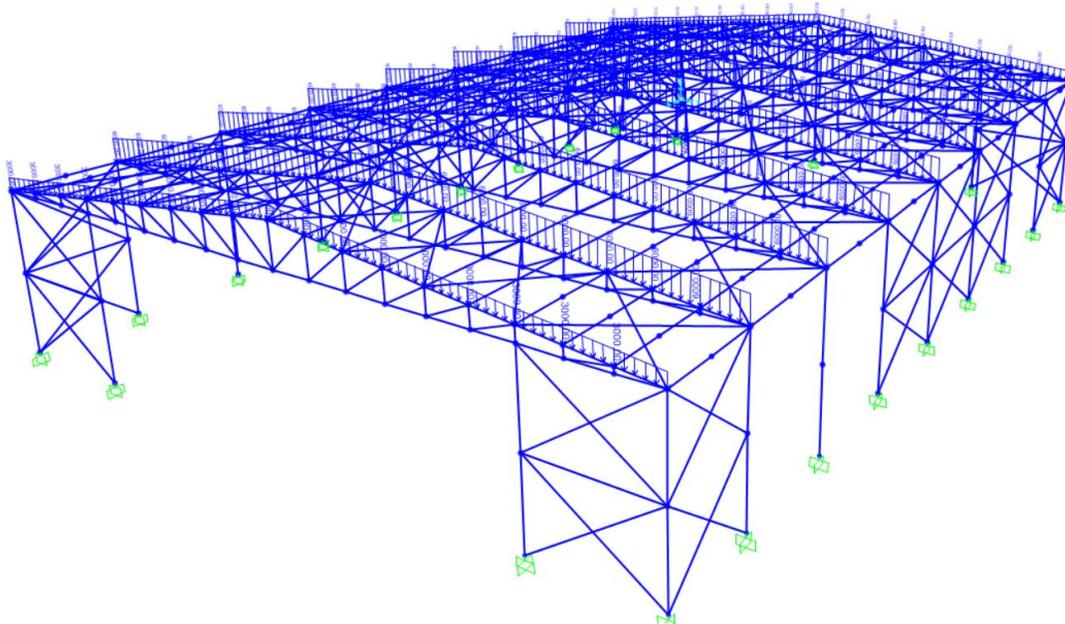
#### Nieve



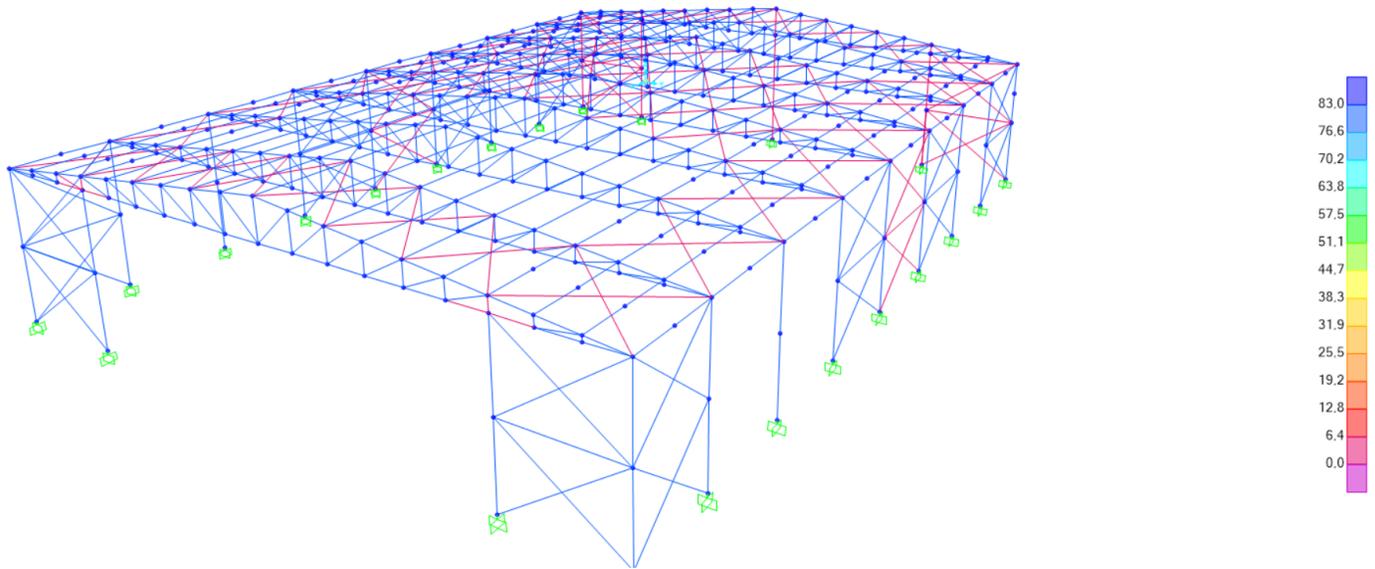
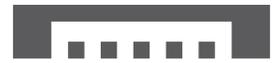
#### Viento



Sobrecarga de Uso



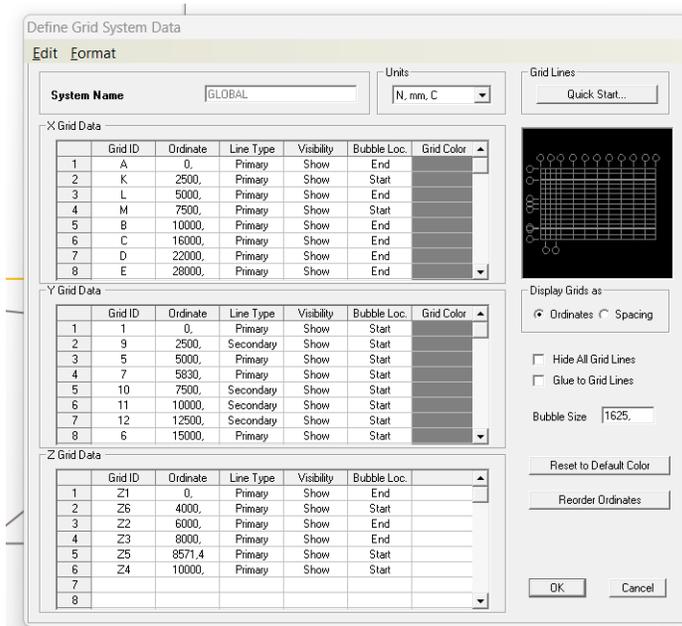
Incremento de temperatura



## 5.8 Descripción del SAP

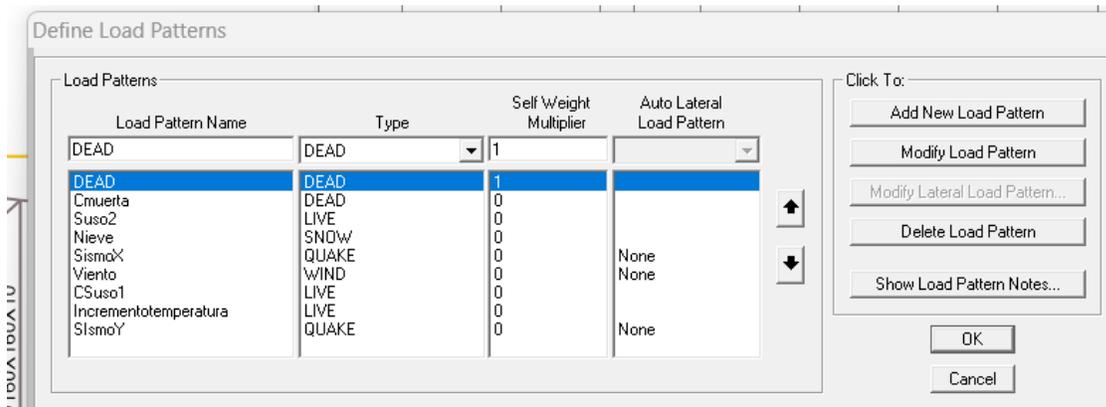
Una vez descrita la estructura, se procede a simularla en SAP2000

Primero se deberá definir la rejilla para facilitar y situar los elementos de la nave,

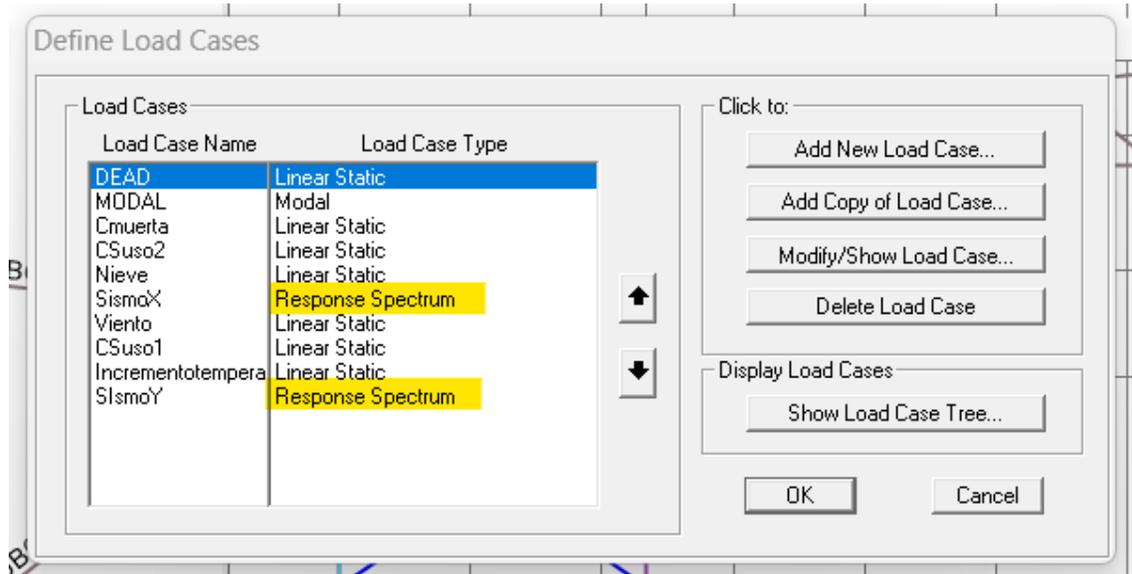


A continuación, se define los materiales y las secciones que se han elegido en el predimensionado basado en prácticas anteriores antes de colocar los perfiles. En el caso del material se añadirá el S355 aunque no se ha definido el que se usará definitivamente, todavía estamos en la fase de predimensionado.

Se continúa definiendo los patrones de carga “Load Patterns” teniendo en cuenta que solo la carga DEAD se multiplicará por 1, y la “Carga muerta” se multiplicará por cero para evitar añadirla 2 veces.



Los casos de las cargas se modificarán para el sismo en la dirección X y en la dirección Y respectivamente.

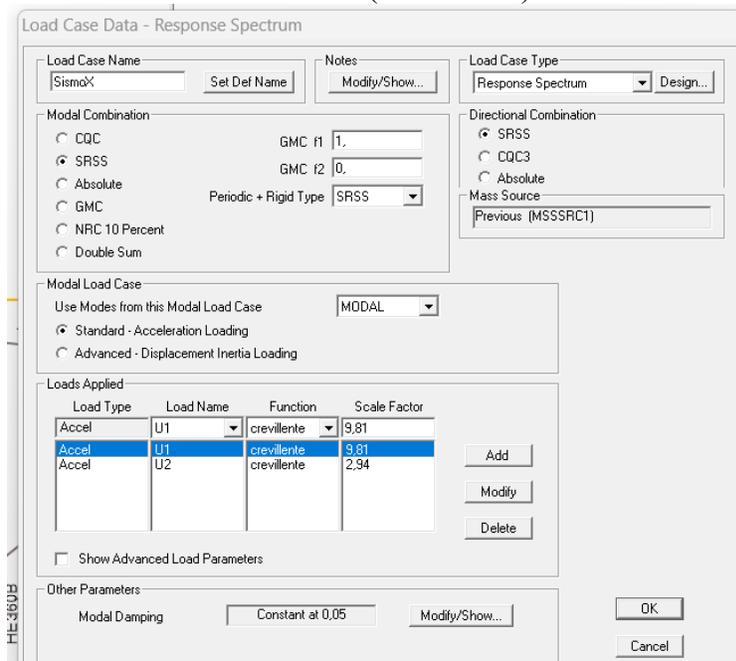


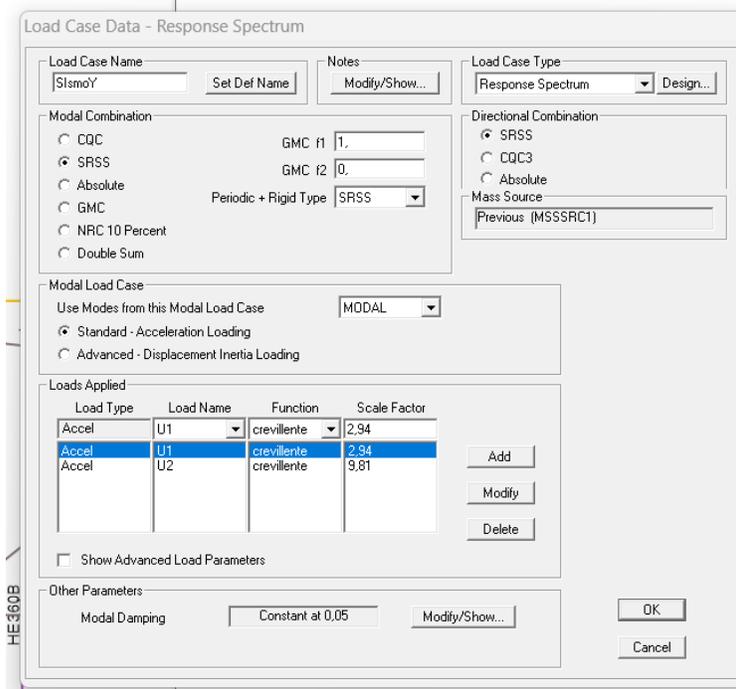
Teniendo en cuenta que se multiplicará por unos factores según la dirección del sismo y aplicando la norma, definidos a continuación:

Según la norma:

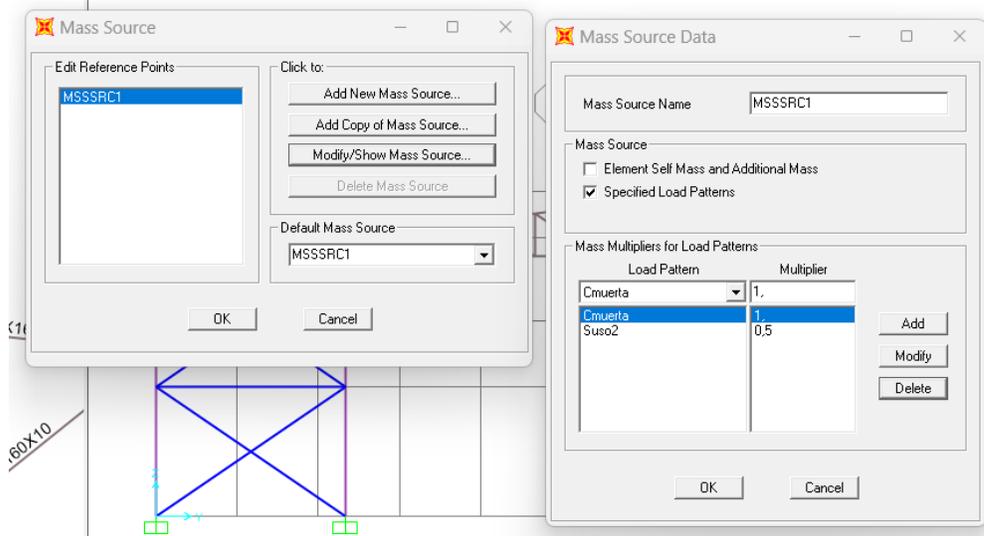
Sismo en dirección X = sismo en X + 0.3(sismo en Y)

Sismo en dirección Y = sismo en Y + 0.3(sismo en X)





Definición de masas, en la pestaña de “Define-Mass Source”



Seguidamente se añaden las combinaciones de cargas ELUs definidas en el apartado anterior:

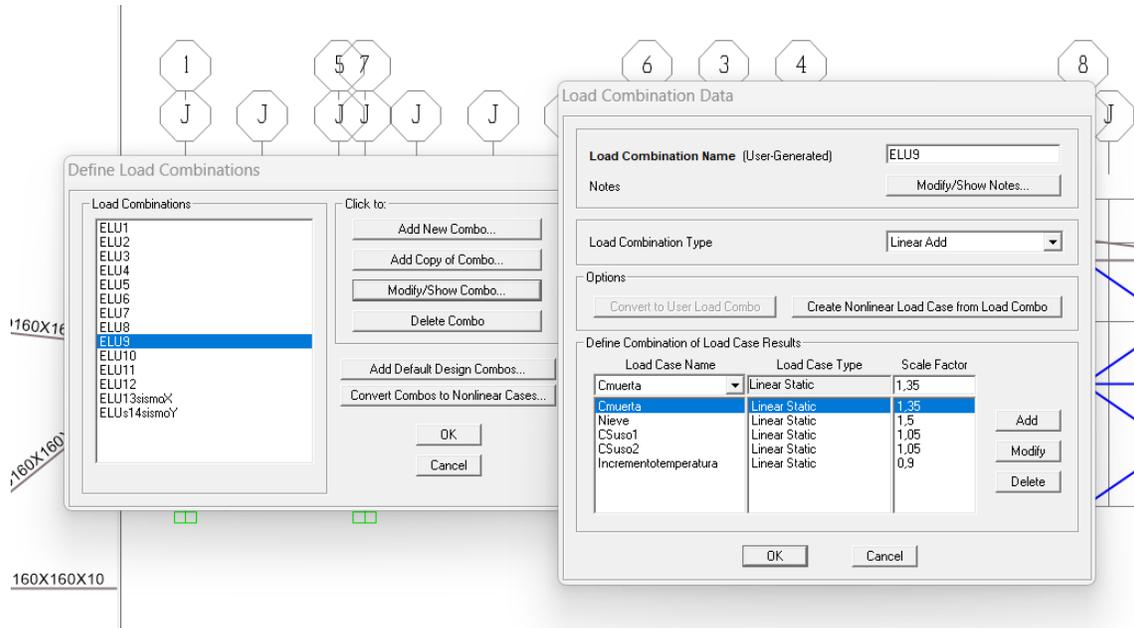
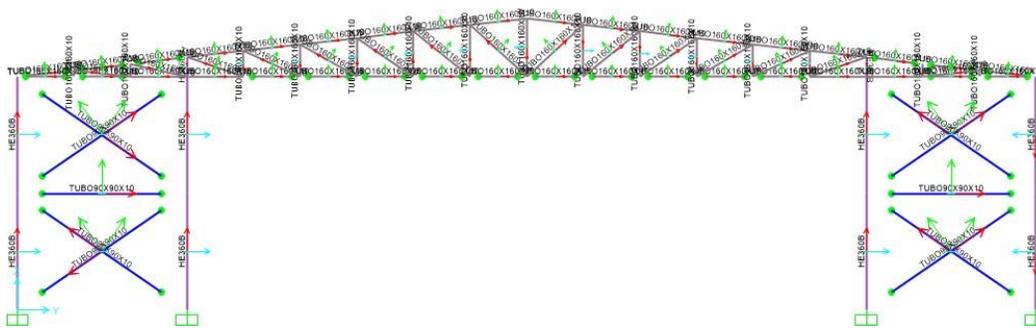
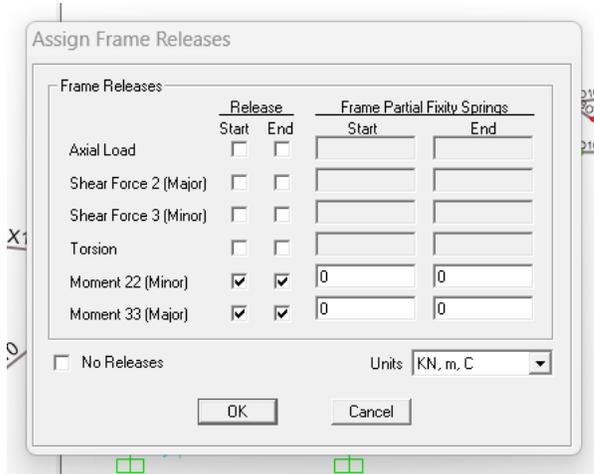


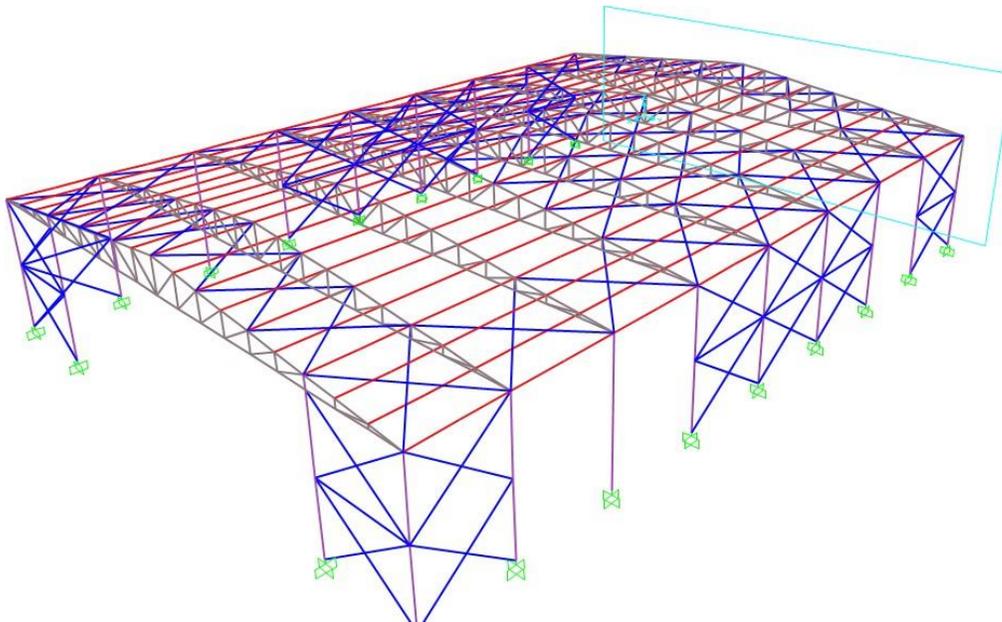
Ilustración 14.ELU9, ejemplo combinación.

Se empieza creando el pórtico principal frontal, teniendo en cuenta que los arriostramientos y la cercha se liberarán mediante “Realease”





. El pórtico de la sección correspondiente a producción se multiplica a lo largo de la dirección X según el número de pórticos, y se añaden los arriostramientos.



De manera análoga se hace lo mismo con el pórtico de oficinas, se multiplica por 2 a lo largo del eje X partiendo del origen de coordenadas:

Una vez creada la estructura, se procede a añadir las cargas en su caso correspondiente:

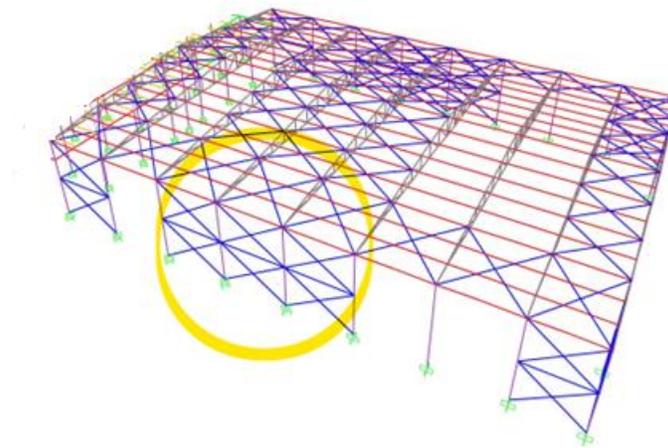
Carga muerta permanente:

Una vez situadas las cargas, se procede con el cálculo, el dimensionado y la comprobación de los puntos críticos.

## 5.9 Dimensionado

En el caso de los 7 primeros ELUs no son tan importantes como los siguientes, ya que en estos no se tiene en cuenta la combinación de todas las acciones variables, por ello se empezará a dimensionar con la ELU7 (suso1: mantenimiento). Finalmente se decidió elegir el acero S355 por tener un superior límite de tensión.

En un principio, se pensaba que el punto crítico sería la entrada de camiones, zona situada en el lateral de donde solo hay un pilar, pero al comprobar con las ELUs la tensión de VonMises máxima salía en los pórticos centrales, por ello se añadieron cruces de san Andrés en toda la zona central para rigidizar la estructura.



*Ilustración 16. Zona de mayores tensiones*

Calculando con los perfiles iniciales, excedía el límite de tensión admitida dando valores cercanos a 440 Mpa en algunos perfiles de correas y parte de la cercha.

$$f_{yd} = \frac{355}{1,05} = 338 \text{ Mpa}$$

Para las correas se obtiene una SVM= 318 MPa, mediante la fórmula para un primer aproximamiento:

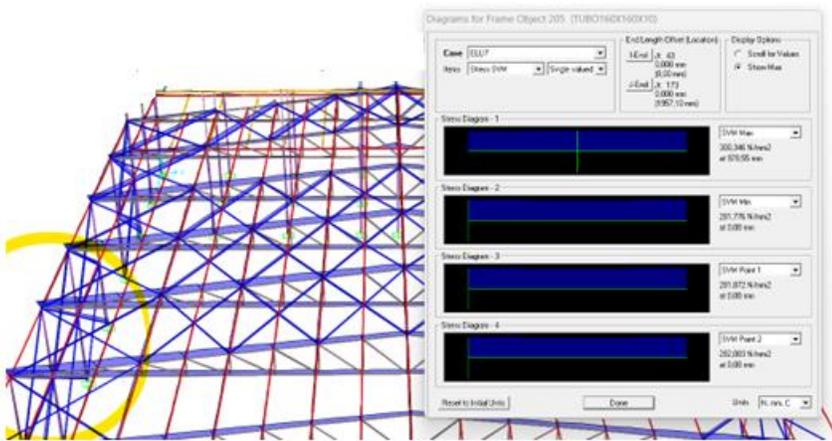
$$W_{yel} = \frac{M_d}{SVM} = \frac{137 \cdot 10^6}{318} = 430,81 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \text{ y acudiendo al catálogo de perfiles se obtiene un}$$

perfil IPE300, un valor inicial que luego se verá modificado.

Paginas de notaciones 205-209 / Notations pages 205-209 / Pagine di annotazioni 205-209

Denominación Designation Designazione	Propiedades del perfil / Section properties / P							
	eje fuerte y-y strong axis y-y asse forte y-y					eje d weak asse di		
G	$I_y$	$W_{pl,y}$	$W_{ply}$	$i_y$	$A_x$	$I_z$	$W_{pl,z}$	
kg/m	$mm^4$ $\times 10^4$	$mm^3$ $\times 10^3$	$mm^3$ $\times 10^3$	mm $\times 10$	$mm^2$ $\times 10^2$	$mm^4$ $\times 10^4$	$mm^3$ $\times 10^3$	
IPE AA 240	24,9	3154	267	298	9,97	15,3	231	38,6
IPE A 240	26,2	3290	278	312	9,94	16,3	240	40,0
IPE 240	30,7	3892	324	367	9,97	19,1	284	47,3
IPE O 240	34,3	4369	361	410	10,0	21,4	329	53,9
IPE A 270	30,7	4917	368	413	11,2	18,8	358	53,0
IPE 270	36,1	5790	429	484	11,2	22,1	420	62,2
IPE O 270	42,3	6947	507	575	11,4	25,2	514	75,5
IPE A 300	36,5	7173	483	542	12,4	22,3	519	69,2
IPE 300	42,2	8356	557	628	12,5	25,7	604	80,5
IPE O 300	49,3	9994	658	744	12,6	29,1	746	98,1
IPE A 330	43	10230	626	702	13,7	27,0	685	85,6

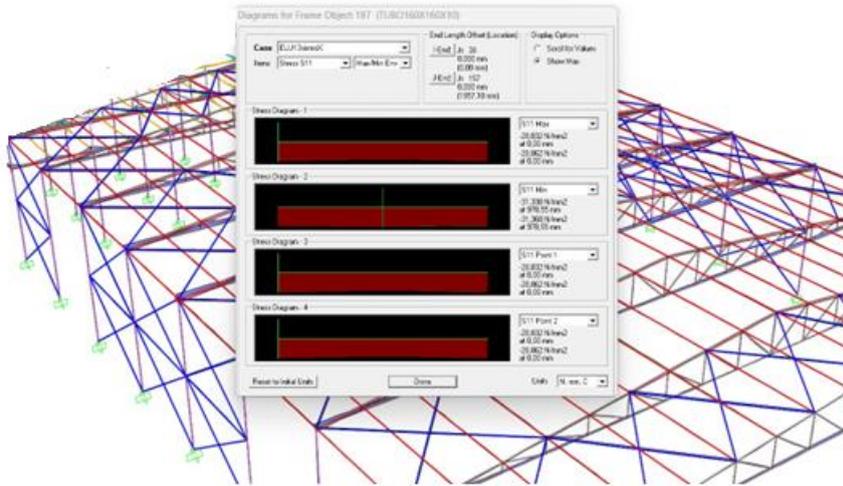
Mediante un proceso análogo se siguieron modificando, aumentando dimensiones de perfiles en el caso de la cercha.



La zona arriostrada y la viga contraviento se eligieron del mismo perfil para evitar tener tubos de sección cuadrada diferentes durante su montaje.

Para la comprobación del sismo se usará la tensión principal S11

Para el sismo en dirección X, los valores son muy pequeños en la zona de producción



Sin embargo, la zona de oficinas es la mas afectada, dado que no tiene tantos arriostramientos. Aun así la tensión  $S11=109 \text{ MPa} < f_{yd}$

Perfiles	Predimensionado	SVM max (Mpa)	ELU	Dimensionado final
Pilares	HEB300	328	9	HEB360
Vigas	IPE300	180	11	IPE360
Cercha	Tubo120x120x10	301	7	Tubo160x160x10
Correas	IPE120	166		IPE360
Arriostramiento	Tubo90x90x10	224	7	Tubo90x90x10
Viga contraviento	Tubo80x80x10	80	10	Tubo90x90x10

## 6. CAPITULO VI: Cálculo analítico de un pórtico tipo

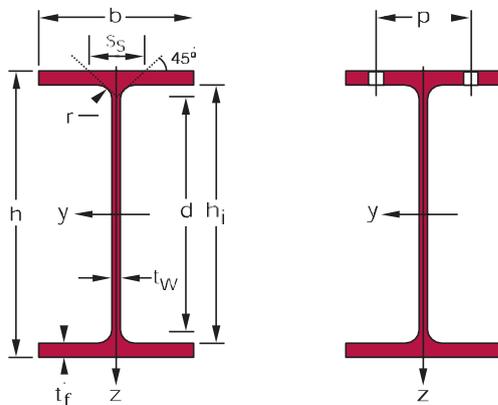
Se ha realizado la verificación del pórtico siguiendo las directrices establecidas por el Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones. Una vez obtenidos los valores críticos de momentos flectores, esfuerzos cortantes y esfuerzos axiales a partir del software de cálculo SAP, se procede a comprobar que el pilar y el dintel cumplen con los requisitos de resistencia. A continuación, se presentan los valores críticos obtenidos:

Tabla 6.1: Valores críticos obtenidos mediante CYPE.

	Unidades	Pórtico tipo			
		Pilar		Dintel	
Axil N	[kN]	-117	53,4	-92,61	53,26
Cortante Q <sub>z</sub>	[kN]	-35,72	69,76	-86,37	44,17
Momento M <sub>y</sub>	[kN·m]	-277,03	199,48	-268,81	137,44

Es importante tener en cuenta que estos valores son los obtenidos específicamente para este análisis y pueden variar en función de las características y cargas aplicadas al pórtico.

Para los pilares se utilizará un perfil HEB 300 con las características mostradas en la figura 6.1:



Dimensione

$$s:b = 300$$

$$h = 300$$

$$t_w = 11$$

$$t_f = 19$$

$$r = 27$$

$$A = 149,1 \cdot 10^2$$

$$\text{mm}^2 \quad I_y = 25170$$

$$\cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad I_z = 8563$$

$$\cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

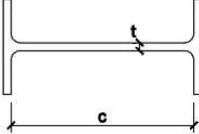
$$w_{pl,y} = 1869 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

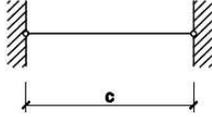
Figura 6.1: Disposiciones geométricas del pilar.

Antes de realizar los cálculos de la sección transversal, es necesario conocer la categoría de la sección transversal según el punto 5.2.4 de la normativa técnica de construcción - Documento básico de seguridad en la construcción - Recursos. La tabla 5.3 de esa sección define los límites de esbeltez para elementos planos apoyados en ambos bordes y total o parcialmente en compresión. Dado que las columnas de la estructura deben estar comprimidas, la clase de sección se determina de acuerdo con las instrucciones de la Figura 6.2.

Es importante seguir estas pautas para garantizar la adecuada selección de las

Factor de reducción  $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$



Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Compresión		33ε	38 ε	42 ε

secciones y asegurar la resistencia y estabilidad de los pilares ante las cargas aplicadas.

*Figura 6.2: Determinación de la clase de sección para piezas comprimidas.*

Teniendo en cuenta que los perfiles que vamos a utilizar serán HEB 300 en acero S275, la clase será:

$$\text{Factor de reducción } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

$$\text{Límite de esbeltez máximo } \frac{c}{t} = \frac{262}{11} = 23,818$$

$$\text{Clase 1: } 33\varepsilon = 33 \cdot 0,924 = 30,492 \geq 23,818$$

La sección transversal de las columnas se clasifica como clase 1, es decir, una pieza plástica que permite la formación de una rótula plástica con suficiente capacidad de rotación para la redistribución de momentos. Según la Tabla 5.2 del Reglamento de Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Dimensiones, se puede utilizar el método de cálculo plástico o elástico para determinar los esfuerzos y resistencias de los perfiles. En este caso, se elige el método plástico.

Una vez que se ha establecido la clase de sección, se procederá a realizar la comprobación de la resistencia de las secciones, siguiendo las pautas descritas en el apartado 6.2 del Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones. Se llevará a cabo la comprobación de los siguientes aspectos:

- Resistencia a tracción
- Resistencia a compresión
- Resistencia a corte
- Resistencia a flexión
- Interacción de esfuerzos

Estas verificaciones son fundamentales para asegurar que las secciones de los pilares cumplan con los requisitos de resistencia necesarios para soportar las cargas y garantizar la estabilidad y seguridad estructural.

Resistencia a

tracción:

$$N_{Ed} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = 53,4 \cdot 10^3 \leq 149,1 \cdot 10^3 \cdot (275/1,05) = 39,05 \cdot 10^6 = N_{pl,Rd}$$

$$53,4 \cdot 10^3 \leq 39,05 \cdot 10^6 \longrightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a

compresión:

$$N_{Ed} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = 117 \cdot 10^3 \leq 149,1 \cdot 10^3 \cdot (275/1,05) = 39,05 \cdot 10^6 = N_{pl,Rd}$$

$$117 \cdot 10^3 \leq 39,05 \cdot 10^6 \longrightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a corte:

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$$

En perfiles H cargados perpendicularmente al alma, la sección sometida a cortante viene dada por la expresión:

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

$$A_v = 14910 - 2 \cdot 300 \cdot 19 + (11 + 2 \cdot 27) \cdot 19 = 3575 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 3575 \cdot 275 / (1,05 \cdot \sqrt{3}) = 540,58 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 69,76 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 540,58 \text{ kN} \longrightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a flexión:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} = w_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$277,03 \cdot 10^6 N \cdot mm \leq 1869 \cdot 10^3 \cdot 275 / 1,05 = 489,5 \cdot 10^6 N \cdot mm$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \longrightarrow \text{Cumple}$$

Interacción de esfuerzos:

Para las secciones de clase 1 y 2 la comprobación es:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Como el momento  $M_{z,Ed}$  es nulo, la operación anterior se simplifica, quedando:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} \leq 1$$

$$\frac{117 \cdot 10^3}{39,05 \cdot 10^6} + \frac{277 \cdot 10^6}{489,5 \cdot 10^6} = 0,569 \leq 1 \longrightarrow \text{Cumple}$$

Una vez finalizada la verificación de la resistencia de las secciones, es imprescindible llevar a cabo la comprobación de la resistencia de las barras, conforme al apartado 6.3 del Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones. Este proceso implica realizar un análisis detallado de las piezas sometidas a compresión, que podrían estar sujetas a pandeo. A continuación, se deben realizar las siguientes evaluaciones:

- Evaluación de la resistencia al pandeo: Se verifica que las barras cuenten con la resistencia suficiente para soportar los efectos del pandeo bajo las cargas aplicadas. Para ello, se pueden emplear fórmulas y criterios específicos establecidos en la normativa, que permiten calcular la capacidad de las barras para resistir el pandeo.
- Comprobación de la interacción de esfuerzos de flexión y compresión: Se analiza la interacción entre los esfuerzos de flexión y compresión que actúan sobre las barras. Este proceso asegura que las barras cumplen con los criterios de resistencia tanto para la flexión como para la compresión, evitando posibles fallos debido a cualquiera de estos modos de carga.

Estas comprobaciones son fundamentales para garantizar la estabilidad y la seguridad estructural de las barras sujetas a compresión, y para asegurar que cumplen con los requisitos de resistencia establecidos en la normativa aplicable (CTE-DB-SE-A).

Comprobación de la capacidad de pandeo.

Utilizando la ecuación para el cálculo de la capacidad a pandeo por flexión correspondiente al apartado 6.3.2, se tiene que:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} = A \cdot f_{yd} \cdot \chi$$

siendo:

$N_{Ed}$  el valor absoluto del axil a compresión al que está sometida la viga.

$N_{Rd}$  el valor absoluto del axil a compresión que debe ofrecer el perfil para resistir los esfuerzos.

$A$  es el área de la sección transversal.

$f_{yd}$  es la resistencia de cálculo. Se define como el cociente de la tensión límite y el coeficiente de seguridad del material. ( $f_y/\gamma_M = 275 / 1,05$  [N/mm<sup>2</sup>])

$\chi$  es el coeficiente de reducción por pandeo. Depende de dos parámetros: de la esbeltez reducida ( $\bar{\lambda}$ ) y de la curva de pandeo en función de la sección transversal.

La esbeltez reducida es la relación entre la resistencia dúctil de un miembro estructural y la compresión crítica que provoca la flexión. Para determinar este parámetro, CTE proporciona dos ecuaciones para calcularlo

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

siendo:

$E$  el módulo de elasticidad

$I$  el momento de inercia del área de la sección para la flexión en el plano considerado

$L_k$  es la longitud de pandeo de la pieza. Será igual a  $0,7 \cdot L$ , según lo establecido en el apartado 7.1.1 del presente proyecto.

Resolviendo las anteriores ecuaciones, se tiene que:

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I_y$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{0,7 \cdot 7 \cdot 10^3}\right)^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 25170 \cdot 10^4 = 21727 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{149,1 \cdot 10^2 \cdot 275/1,05}{21727 \cdot 10^3}} = 0,424$$

Ahora solo queda determinar la curva de pandeo para calcular el coeficiente de reducción  $\chi$ . Para ello hay que dirigirse a la tabla 6.2 del CTE-DB-SE-A, para perfiles laminados en I. Para ello debemos calcular la relación de altura y saber el espesor de las alas del perfil:

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{300} = 1,0 \quad t = 19 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

Por lo tanto, según la tabla 6.2 del CTE-SE-A, para un perfil HEB 300 de acero S275, le corresponde un curva de pandeo “tipo b”.

Siendo  $\lambda_y = 0,424$  siguiendo la tabla 6.3, a nuestro perfil le corresponde una esbeltez reducida de:

$$3_y = 0,92$$

Después de todos estos cálculos, se comprueba si los pilares cumplen a pandeo.

$$N_{Ed} = 117 \text{ kN} \leq N_{Rd} = 149,1 \cdot 10^2 \cdot 275/1,05 \cdot 0,92 = 3592,3 \text{ kN} \quad \text{---} \rightarrow$$

*Cumple*

### Comprobación a flexión y compresión

La comprobación se ha llevado a cabo, como se dijo anteriormente, siguiendo la norma establecida por el CTE, en el apartado Seguridad Estructural, Acero, con las formulas siguientes:

- En todas las piezas:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además:

- En piezas no susceptibles de pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Como el momento  $M_{z,Ed}$  es nulo, la operación anterior se simplifica, quedando:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$N_{Ed}$  el valor de la fuerza axial de compresión al que está sometida la pieza.  $M_{y,Ed}$  el momento de mayor valor absoluto al que está sometido la pieza.  $f_{yd}$  es la resistencia de cálculo. ( $f_y/\gamma_M = 275 / 1,05$  [N/mm<sup>2</sup>]).

Al ser un perfil de clase 1,

$$A^*=A,$$

$$W_y=W_{pl,y}$$

$$\alpha_y=0,6,$$

$$e_{N,y}=0 \text{ (tabla 6.12 del CTE-SE-A).}$$

$\chi_y$  y  $\chi_z$  son los coeficientes de pandeo en cada dirección.

$\chi_{LT}$  el coeficiente de pandeo lateral. Se tomará igual a 1,00 ya que los pilares al albergar un cerramiento entre sus alas, serán piezas no susceptibles a pandeo por torsión.

$k_y$  el coeficiente de interacción (tabla 6.13 del CTE-SE-A).

$c_{m,y}$  el factor de momento flector uniforme equivalente (tabla 6.14 del CTE-SE-A).

De todos los factores de la formula anterior, falta por calcular  $\chi_z$ ,  $k_y$ , y  $c_{m,y}$ .

Coeficiente de pandeo  $\chi_z$ :

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I_y$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{0,5 \cdot 7 \cdot 10^3}\right)^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 8563 \cdot 10^4 = 14488 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{149,1 \cdot 10^2 \cdot 275/1,05}{14488 \cdot 10^3}} = 0,519$$

Se determina la curva de pandeo que le corresponde al perfil HEB-300 alrededor del eje z-z.

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{300} = 1,0 \quad t = 19 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

Por lo tanto según la tabla 6.2 del CTE-SE-A, le corresponde un curvade pandeo “tipo c”.

Siendo  $\bar{\lambda}_y = 0,519$  siguiendo la tabla 6.3, a nuestro perfil le corresponde una esbeltez reducida de:

$$\chi_z = 0,84$$

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}, \text{ donde } \bar{\lambda}_y \geq 1$$

$$k_y = 1 + (0,424 - 0,2) \cdot \frac{117 \cdot 10^3}{0,92 \cdot 3905 \cdot 10^3} = 1,0073$$

$$N_{C,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

*Coficiente de interacción  $k_y$  (tabla 6.13)*

*Coficiente  $c_{m,y}$  (tabla 6.14)*

El diagrama de momentos flectores puede ser considerado triangular, por lo tanto:

$$c_{m,y} = 0,6 + 0,4 \cdot T \geq 0,4 \rightarrow c_{m,y} = 0,6$$

Comprobaciones:

De este modo, las dos condiciones a comprobar para el pilar son:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{117 \cdot 10^3}{0,92 \cdot 14910 \cdot 275 / 1,05} + 1,0073 \cdot \frac{0,6 \cdot 277,03 \cdot 10^6 + 0 \cdot 117 \cdot 10^3}{1 \cdot 1869 \cdot 10^4 \cdot 275 / 1,05} = 0,0667 \leq 1$$

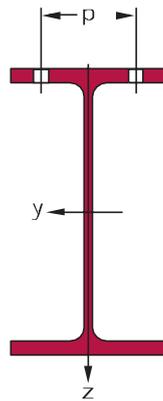
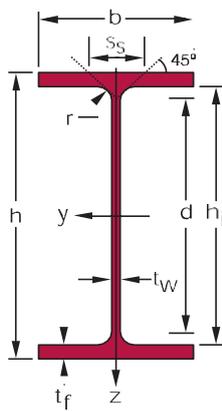
$$\frac{117 \cdot 10^3}{0,84 \cdot 14910 \cdot 275 / 1,05} + 0,6 \cdot 1,0073 \cdot \frac{0,6 \cdot 277,03 \cdot 10^6 + 0 \cdot 117 \cdot 10^3}{1869 \cdot 10^4 \cdot 275 / 1,05} = 0,053 \leq 1$$

Por lo tanto, se cumple que el perfil *HEB-300* es admisible.

Eligiendo al final el HEB360, debido a que a efectos prácticos en el modelo del SAP, necesitábamos de una mayor resistencia para soportar las cargas de la nave.

## 6.2 Comprobación del dintel tipo

Para los dinteles se utilizará un perfil IPE 330 con cartelas con las características mostradas en la figura 6.3:



Dimensiones:

$$b = 160$$

$$h = 330$$

$$t_w = 7,5$$

$$t_f = 11,5$$

$$r = 18$$

$$A = 62,6 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

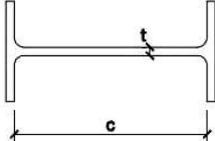
$$I_y = 25170 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 8563 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$w_{pl,y} = 1869 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Como antes, lo primero es establecer la subclase como título. Es la barra la que se dobla principalmente debido a la carga distribuida. La clase de la sección transversal se determina de acuerdo con los límites dados en la Figura 6.4:

Factor de reducción  $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$



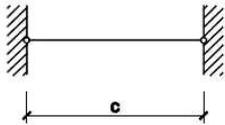
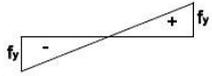
Solicitación	Elemento plano	Límite de esbeltez: c/t máximo		
Compresión + Tracción -		Clase 1	Clase 2	Clase 3
Flexión simple		72 $\varepsilon$	83 $\varepsilon$	124 $\varepsilon$

Figura 6.4: Determinación de la clase de sección para piezas flectadas.

Teniendo en cuenta que los perfiles que vamos a utilizar serán IPE 330 en acero S275, la clase será:

$$\text{Factor de reducción } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0,924$$

$$\text{Límite de esbeltez máximo } \frac{c}{t} = \frac{307}{7,5} = 40,933$$

$$\text{Clase 1: } 72\varepsilon = 72 \cdot 0,924 = 66,528 \geq 40,933$$

La sección transversal de los dinteles pertenece a la Clase 1, conocida como "plástica", lo que permite la formación de una rótula plástica con la capacidad de una rotación adecuada para la redistribución de momentos. Según la tabla 5.2 del Código Técnico de la Edificación - Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones (CTE-DB-SE-A), existen dos métodos de cálculo para determinar las solicitaciones y la resistencia de las secciones: el método plástico y el elástico. En este caso, se ha elegido el método plástico.

Una vez determinada la clase de sección, se procederá a la comprobación de la *resistencia de las secciones*, según el apartado 6.2 del CTE-DB-SE-A. Se realizará la comprobación de:

- Resistencia a tracción
- Resistencia a compresión
- Resistencia a corte
- Resistencia a flexión
- Interacción de esfuerzos

Resistencia a tracción:

$$N_{Ed} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = 53,26 \cdot 10^3 \leq 62,6 \cdot 10^2 \cdot (275/1,05) = 1639 \cdot 10^3 = N_{pl,Rd}$$

$$53,4 \cdot 10^3 \leq 1639 \cdot 10^3 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a compresión:

$$N_{Ed} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{Ed} = 92,61 \cdot 10^3 \leq 62,6 \cdot 10^2 \cdot (275/1,05) = 1639 \cdot 10^3 = N_{pl,Rd}$$

$$117 \cdot 10^3 \leq 1639 \cdot 10^3 \rightarrow \text{Cumple}$$

Resistencia a corte:

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd} = A_V \cdot f_{yd} / \sqrt{3}$$

En perfiles I cargados perpendicularmente al alma, la sección sometida a cortante viene dada por la expresión:

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

$$A_V = 6260 - 2 \cdot 160 \cdot 11,5 + (7,5 + 2 \cdot 18) \cdot 11,5 = 2623,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = A_V \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 2623,5 \cdot 275 / 1,05 \cdot \sqrt{3} = 396,7 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 86,37 \text{ kN} \leq V_{pl,Rd} = 396,7 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

### Resistencia a flexión

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} = w_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$268,81 \cdot 10^6 N \cdot mm \leq 804,3 \cdot 10^3 \cdot 275 / 1,05 = 210,65 \cdot 10^6 N \cdot mm$$

$$M_{Ed} \not\leq M_{Rd} \rightarrow \text{NO Cumple}$$

Como era de esperar, esta condición no se cumple. Por ello, se añadió una ménsula con el mismo perfil para facilitar el funcionamiento de la resistencia. Agregar una cuerda cambia los momentos de inercia y el módulo plástico, que se calculan a continuación:

Momento de inercia en el eje y;  $I_y$ ; Eje vertical:

Momento de inercia en el eje z;  $I_z$ ; Eje horizontal:

$$I_z = \frac{1}{12} 11,5 \cdot 160^3 + 2 \left[ \frac{1}{12} 11,5 \cdot 160^3 \right] + 2 \left[ \frac{1}{12} 307 \cdot 7,5^3 \right] = 1179 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Módulo plástico, según el eje y:

$$y'_g = \frac{160 \cdot 11,5 \cdot (307 + 11,5) + 7,5 \cdot 307 \cdot \left( \frac{307}{2} + \frac{11,5}{2} \right) + 160 \cdot \frac{11,5}{2} \left( \frac{11,5}{4} \right)}{160 \cdot 11,5 + 7,5 \cdot 307 + 160 \cdot \frac{11,5}{2}}$$

$$= 188,713 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} 160 \cdot 11,5^3 + 2 \left[ \frac{1}{12} 160 \cdot 11,5^3 + 160 \cdot 11,5 \cdot (330 - 11,5/2)^2 \right]$$

$$+ 2 \left[ \frac{1}{12} 7,5 \cdot 307^3 + 7,5 \cdot 307 \cdot (307/2 - 11,5/2)^2 \right] = 52366,44 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

Una vez recalculados los momentos de inercia y el momento plástico según el eje y, se repetirá la comprobación de la resistencia a flexión:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} = w_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$268,81 \cdot 10^6 N \cdot mm \leq 1910,713 \cdot 10^3 \cdot 275 / 1,05 = 500,43 \cdot 10^6 N \cdot mm$$

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \longrightarrow \text{Cumple}$$

### Interacción de esfuerzos:

Para las secciones de clase 1 y 2 la comprobación es:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1$$

Como el momento  $M_{z,Ed}$  es nulo, la operación anterior se simplifica, quedando:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} \leq 1$$

Por tanto,

$$\frac{92,61 \cdot 10^3}{1639 \cdot 10^3} + \frac{268,81 \cdot 10^6}{500,43 \cdot 10^6} = 0,594 \leq 1 \longrightarrow \text{Cumple}$$

Una vez finalizado el control de durabilidad de las piezas, se reduce el control de durabilidad de las varillas según la norma CTE-DB-SE-A en la cláusula 6.3. Siguiendo el mismo proceso que para el cálculo del plano medio, es necesario realizar un estudio de cuerpos comprimidos por flexión. Se realizan las siguientes comprobaciones:

- Resistencia a pandeo.
- Interacción de esfuerzos de flexión y compresión.

Utilizando la ecuación para el cálculo de la capacidad a pandeo por flexión correspondiente al apartado 6.3.2, se tiene que:

$$N_{Ed} \leq N_{Rd} = A \cdot f_{yd} \cdot \chi$$

siendo:

$N_{Ed}$  el valor absoluto del axil a compresión al que está sometida la viga.

$N_{Rd}$  el valor absoluto del axil a compresión que debe ofrecer el perfil para resistir los esfuerzos.

$A$  es el área de la sección transversal.

$f_{yd}$  es la resistencia de cálculo. Se define como el cociente de la tensión límite y el coeficiente de seguridad del material. ( $f_y/\gamma_M = 275 / 1,05$  [N/mm<sup>2</sup>])

$\chi$  es el coeficiente de reducción por pandeo. Depende de dos parámetros: de la esbeltez reducida ( $\bar{\lambda}$ ) y de la curva de pandeo en función de la sección transversal.

La esbeltez reducida es la relación entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica que produce el fenómeno de pandeo. Para la determinación de este parámetro, el CTE ofrece dos ecuaciones para su cálculo:

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr}}}$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

siendo:

$E$  el módulo de elasticidad

$I$  el momento de inercia del área de la sección para la flexión en el plano considerado

$L_k$  es la longitud de pandeo de la pieza. Será igual a  $1,0 \cdot L$ , según lo establecido en el apartado 7.1.1 del presente proyecto.

Resolviendo las anteriores ecuaciones, se tiene que:

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{1 \cdot 10,198 \cdot 10^3}\right)^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 11770 \cdot 10^4 = 2216,05 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{62,6 \cdot 10^2 \cdot 275 / 1,05}{2216,05 \cdot 10^3}} = 0,86$$

Ahora solo queda determinar la curva de pandeo para calcular el coeficiente de reducción  $\chi$ . Para ello hay que dirigirse a la tabla 6.2 del CTE-DB-SE-A, para perfiles laminados en I. Para ello debemos calcular la relación de altura y saber el espesor de las alas del perfil:

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{160} = 1,875 t = 11,59 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

Por lo tanto según la tabla 6.2 del CTE-SE-A, para un perfil IPE 330 de acero S275, le corresponde un curva de pandeo para el eje y del “tipo a”.

Siendo  $\lambda_y = 0,86$  siguiendo la tabla 6.3, a nuestro perfil le corresponde una esbeltez reducida de:

$$\chi_y = 0,78$$

Después de todos estos cálculos se comprueba si los dinteles cumplen a pandeo.

$$N_{Ed} = 92,61 \text{ kN} \leq N_{Rd} = 62,6 \cdot 10^2 \cdot 275 / 1,05 \cdot 0,78 = 1278,83 \text{ kN} \rightarrow \text{Cumple}$$

#### Comprobación a flexión y compresión

La comprobación se ha llevado a cabo, como se dijo anteriormente, siguiendo la norma establecida por el CTE, en el apartado Seguridad Estructural, Acero, con las formulas siguientes:

- En todas las piezas:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además:

- En piezas no susceptibles de pandeo por torsión:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Como el momento  $M_{z,Ed}$  es nulo, la operación anterior se simplifica quedando:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

siendo:

$N_{Ed}$  el valor de la fuerza axial de compresión al que está sometida la pieza.

$M_{y,Ed}$  el momento de mayor valor absoluto al que está sometido la pieza.  $f_{yd}$  es la resistencia de cálculo. ( $f_y/\gamma_M = 275 / 1,05$  [N/mm<sup>2</sup>]).

Al ser un perfil de clase 1,

$$A^* = A,$$

$$W_y = W_{pl,y},$$

$$\alpha_y = 0,6,$$

$$e_{N,y} = 0 \text{ (tabla 6.12 del CTE-SE-A).}$$

$\chi_y$  y  $\chi_z$  son los coeficientes de pandeo en cada dirección.

$\chi_{LT}$  el coeficiente de pandeo lateral. Se tomará igual a 1,00 ya que los pilares al albergar un cerramiento entre sus alas, serán piezas no susceptibles a pandeo por torsión.

$k_y$  el coeficiente de interacción (tabla 6.13 del CTE-SE-A).

$c_{m,y}$  el factor de momento flector uniforme equivalente (tabla 6.14 del CTE-SE-A).

De todos los factores de la formula anterior, falta por calcular  $\chi_z$ ,  $k_y$ , y  $c_{m,y}$ .

*Coeficiente de pandeo  $\chi_z$ :*

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I_y$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{0,15 \cdot 10,198 \cdot 10^3}\right)^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 788,1 \cdot 10^4 = 6980,52 \text{ kN}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{62,6 \cdot 10^2 \cdot 275 / 1,05}{6980,52 \cdot 10^3}} = 0,485$$

Se determina la curva de pandeo que le corresponde al perfil IPE 330 alrededor del eje z-

$$\frac{h}{b} = \frac{300}{160} = 1,875 t = 11,5 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

z.

Por lo tanto, según la tabla 6.2 del CTE-SE-A, le corresponde una curva de pandeo “tipo b”.

Siendo  $\bar{\lambda}_y = 0,485$  siguiendo la tabla 6.3, a nuestro perfil le corresponde una esbeltez reducida de:

$$\chi_z = 0,83$$

*Coeficiente  $c_{m,y}$  (tabla 6.13)*

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}, \text{ donde } \bar{\lambda}_y \geq 1$$

$$k_y = 1 + (0,86 - 0,2) \cdot \frac{92,61 \cdot 10^3}{0,78 \cdot 1639 \cdot 10^3} = 1,0478$$

$$N_{C,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M1}$$

*Coeficiente  $c_{m,y}$  (tabla 6.14)*

El diagrama de momentos flectores puede ser considerado triangular, por lo tanto:

$$c_{m,y} = 0,6 + 0,4 \cdot \Psi \geq 0,4 \rightarrow c_{m,y} = 0,6$$

Comprobaciones:

De este modo las dos condiciones a comprobar para el pilar se escriben:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\frac{92,61 \cdot 10^3}{0,78 \cdot 6260 \cdot 275 / 1,05} + 1,0478 \cdot \frac{0,6 \cdot 268,81 \cdot 10^6 + 0 \cdot 92,61 \cdot 10^3}{1 \cdot 804,3 \cdot 10^4 \cdot 275 / 1,05} = 0,153 \leq 1$$

$$\frac{92,61 \cdot 10^3}{0,83 \cdot 6260 \cdot 275 / 1,05} + 0,6 \cdot 1,0478 \cdot \frac{0,6 \cdot 268,81 \cdot 10^6 + 0 \cdot 92,61 \cdot 10^3}{804,3 \cdot 10^4 \cdot 275 / 1,05} = 0,121 \leq 1$$

En virtud de los resultados obtenidos, se ha confirmado que el perfil IPE 330 con cartelas es adecuado y cumple con los criterios de admisibilidad establecidos. Sin embargo, a través de un análisis detallado en el programa SAP, se ha identificado la posibilidad de optimizar el diseño mediante la adopción de un perfil IPE 360. Este cambio permitiría aprovechar eficientemente el material, maximizando su rendimiento y manteniendo la estabilidad y seguridad de toda la estructura. De esta manera, se lograría una solución más óptima y rentable sin comprometer la integridad estructural. Es esencial destacar que, antes de realizar cualquier modificación, se deberá realizar una revisión minuciosa y detallada para garantizar que el nuevo diseño cumpla con los requisitos de resistencia y funcionalidad requeridos.

# 7. CAPITULO VII: Uniones y placas de anclaje

## 7.1 Uniones

En este capítulo se presenta la teoría necesaria para el cálculo de las uniones entre barras y la geometría de las placas de anclaje. Todos los cálculos correspondientes se detallan en los anexos G y H, respectivamente, siguiendo las indicaciones establecidas por el CTE-DB-SE-A.

En cuanto a las uniones, el programa cuenta con la capacidad de dimensionar la longitud y el grosor del cordón de las gargantas de soldadura. En caso de ser necesario, se incluirán rigidizadores para asegurar la transmisión adecuada de las tensiones de las barras a la unión.

Para este propósito, se han desarrollado dos módulos que permiten el cálculo y dimensionamiento automático de las uniones soldadas y atornilladas de perfiles laminados y armados en forma de doble T:

### **Módulo de Uniones I.** Soldadas. Naves con perfiles laminados y armados en doble T:

Este módulo está diseñado para calcular y dimensionar automáticamente las uniones soldadas de perfiles doble T, incluyendo las placas de anclaje, según las normas CTE DB SE-A, Eurocódigo 3 y ABNT NBR 8800:2008 (Brasil).

### **Módulo de Uniones II.** Atornilladas. Naves con perfiles laminados y armados en doble T:

Este módulo está diseñado para calcular y dimensionar automáticamente las uniones atornilladas de perfiles laminados y armados en forma de doble T, utilizando tornillos no pretensados. Se aplica a las normas CTE DB-SE-A, EN 1993-1-8:2005-07 (Eurocódigo 3 genérico), NP EN 1993-1-8:2005-07 (Eurocódigo 3 para Portugal) y NF EN 1993-1-8/NA:2007-07 (Eurocódigo 3 para Francia).

En este proyecto, se utilizará exclusivamente el módulo de uniones soldadas, por lo que todo el desarrollo posterior de este capítulo se centrará en ese módulo. Se dispone de una amplia variedad de tipos de uniones soldadas entre perfiles doble T. Es importante destacar que, con este módulo, también se dimensionarán las placas de anclaje de la estructura. Sin embargo, puede haber casos en los que el programa no pueda resolver un tipo de unión en particular. Esto se debe a ciertas circunstancias que se explican a continuación:

#### **1. Empotramiento de un perfil en el alma de otro**

Si se intenta empotrar un perfil en el alma de otro, la unión no podrá resolverse. Siempre se debe permitir la articulación de los extremos de las barras que estén unidos al alma de otra. Por este motivo, los extremos de las barras de atado que conectan los pórticos y los dinteles de las puertas se han articulado.

## 2. Interferencia entre perfiles:

Si las alas del perfil que se va a unir al alma de otro interfieren con las del último, el programa no podrá resolver la unión, ya que no se han implementado recortes de barras. Obviamente, para que un perfil encaje dentro de otro, debe ser considerablemente más pequeño y nunca del mismo tamaño. Como una guía aproximada, las barras que se unan dentro de otras no deben superar los  $2/3$  del espesor del perfil de mayores dimensiones.

Debido a esta consideración, se ha requerido aumentar el tamaño de los perfiles de los pilares hastiales y los pilarillos, ya que necesitan albergar las barras de la entreplanta, lo cual implica un incremento en su sección transversal.

Existen algunas circunstancias adicionales que pueden afectar la resolución de ciertas uniones:

- i. Interferencia entre perfiles y rigidizadores: Si el perfil que se une al alma de otro presenta una intersección con los rigidizadores colocados por el programa para garantizar el empotramiento de las barras que inciden en el plano ortogonal.
- ii. Espesor insuficiente del cordón de soldadura: Si la garganta del cordón de soldadura requerido en un nudo es mayor al 70% del grosor del alma de la pieza a soldar, la unión no podrá calcularse.
- iii. Ortogonalidad: Si los planos que contienen el alma de las barras no son los mismos o no son perpendiculares entre sí, el programa no resolverá la unión.
- iv. Ángulo entre barras: Si se cumple la condición anterior, el ángulo formado por las caras de las barras a soldar debe ser mayor o igual a 60 grados. En caso contrario, la unión no se dimensionará.

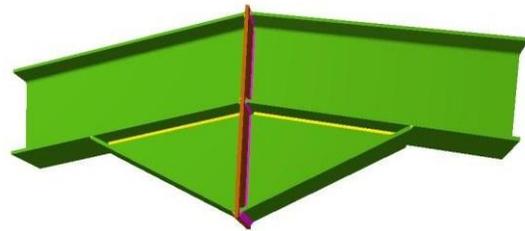
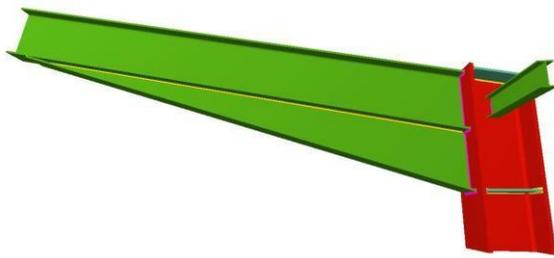
En la tabla 7.1 se exponen algunas tipologías de uniones empleadas en esta estructura:

*Tabla 7.1: Tipología de uniones aplicadas.*

**Pórtico tipo**

Pilar-dintel empotrados con cartelas y vigas ortogonales de atado articuladas

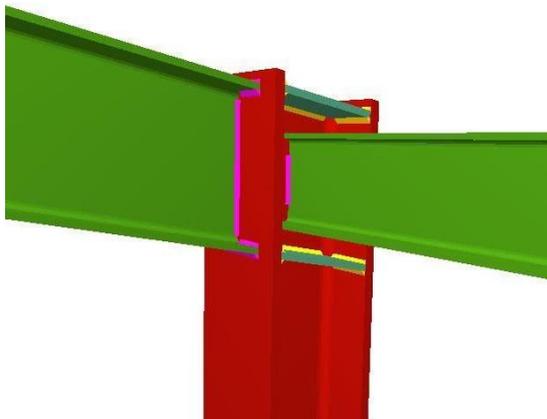
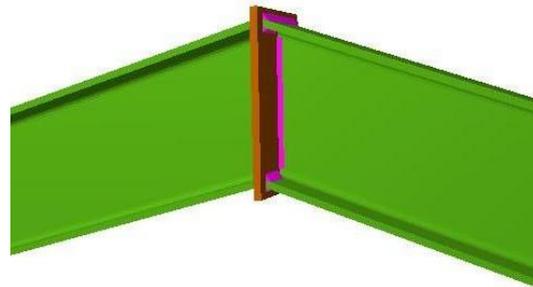
Unión empotrada con cartelas de dinteles encumbreira



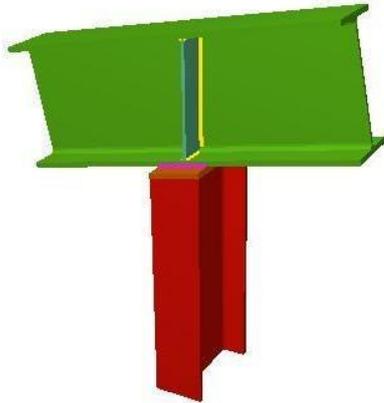
**Pórtico hastial**

Pilar-dintel empotrados y viga ortogonal de atado articulada

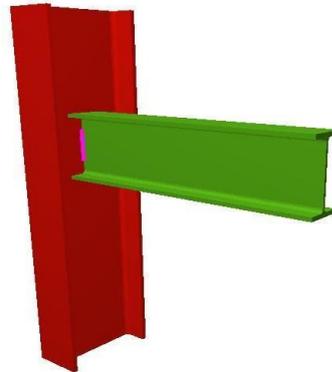
Unión en cumbrera



Unión pilarillos hastiales-dintel



Dintel de las puertas de la nave, unión articulada

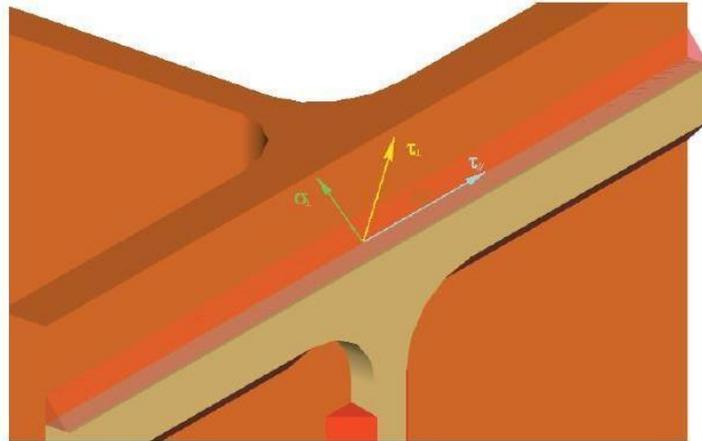


### ***Dimensionamiento de uniones soldadas***

Si durante el proceso de cálculo de la estructura se detectan nudos cuya unión está resuelta en el programa, éste dimensionará las uniones y dará como resultado un plano de detalle de la misma.

El programa dimensionará en las uniones los espesores de garganta de las soldaduras y longitud de las mismas, e incorporará rigidizadores en el caso de que sean necesarios para la transmisión de tensiones en la unión.

Los esfuerzos transmitidos al cordón de soldadura por unidad de longitud se descomponen en cada una de las componentes de tensión normal y tangencial al plano de la garganta, suponiendo que la distribución de tensiones es uniforme a lo largo de él, tal y como se ilustra en la figura 7.1.



*Figura 7.1: Descomposición de los esfuerzos transmitidos al cordón de soldadura.*

Según el CTE DB SE-A en su art. 8.6.2, la soldadura es suficiente si cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

$\sigma_{\perp}$ : Tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\tau_{\perp}$ : Tensión tangencial perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$ : Tensión tangencial paralela al cordón.

$f_u$ : Resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\beta_w$ : Coeficiente de correlación.

$\gamma_{M2}$ : Coeficiente de seguridad parcial (1.25). El espesor de las soldaduras en ángulo será como mínimo 4 mm. Y no será mayor que 0.7 veces el espesor menor de las piezas a unir.

En el caso de una unión empotrada se obtienen tres tipos de cordones distintos. Tal y como se representa en las Figuras 7.2 y 7.3.

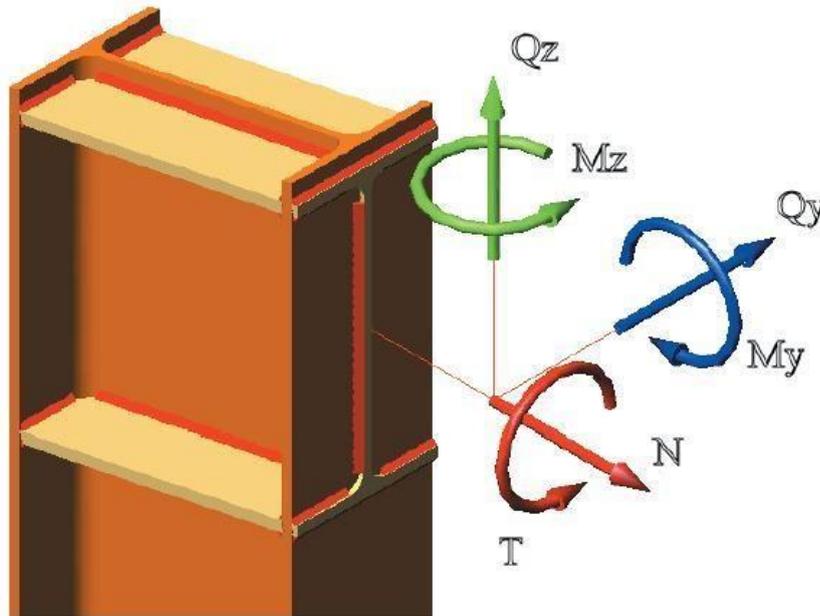


Figura 7.2: Descomposición de los esfuerzos en el nudo.

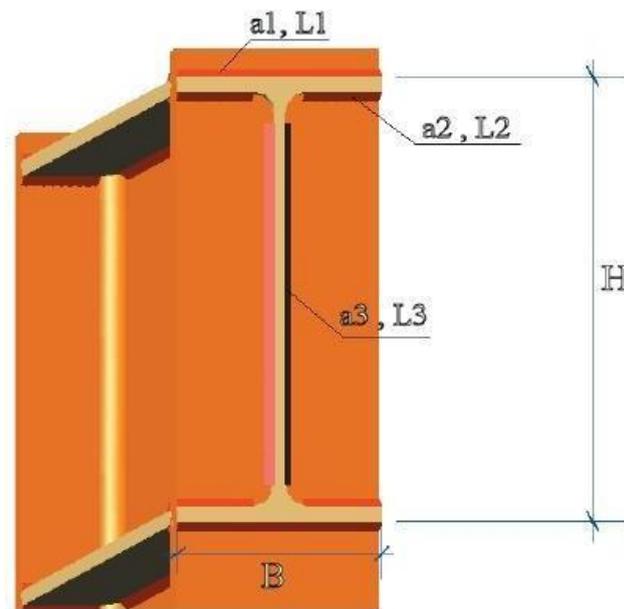


Figura 7.3: Cotas importantes del nudo.

El cálculo de las tensiones normales actuantes sobre los cordones de soldadura será:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_y \cdot z}{I_y} + \frac{M_z \cdot y}{I_z}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sigma$$

En los cordones de soldadura 1 las tensiones normales máximas se obtendrán para:

$$y = 0.5 \cdot L_1 \quad y \quad z = 0.5 \cdot H + a_1 \quad \longrightarrow \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp}$$

En los cordones de soldadura 2:

$$y = 0.5 \cdot L_1 \quad y \quad z = 0.5 \cdot (H - 2 \cdot t_f - a_2) \quad \longrightarrow \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp}$$

En los cordones de soldadura 3:

$$y = 0.5 \cdot (t_f - a_3) \quad y \quad z = 0.5 \cdot L_3 \quad \longrightarrow \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp}$$

Para calcular los esfuerzos cortantes a partir de la resistencia a cortante, en el caso de cortante suave, el programa los distribuye entre las correas 1 y 2 según su punto de resistencia. En cambio, las 3 opciones deberían resistir el cambio vertical.

El par se divide en dos fuerzas que aumentan o disminuyen el esfuerzo cortante en las opciones 1 y 2, según su signo.

Después de determinar el esfuerzo normal y cortante de cada correa, es necesario verificar la siguiente relación para cada una:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

## 7.2 Cálculo de placas de anclaje

El material de las placas de anclaje será acero corrugado B-400S para los pernos y las barras lisas de acero S355.

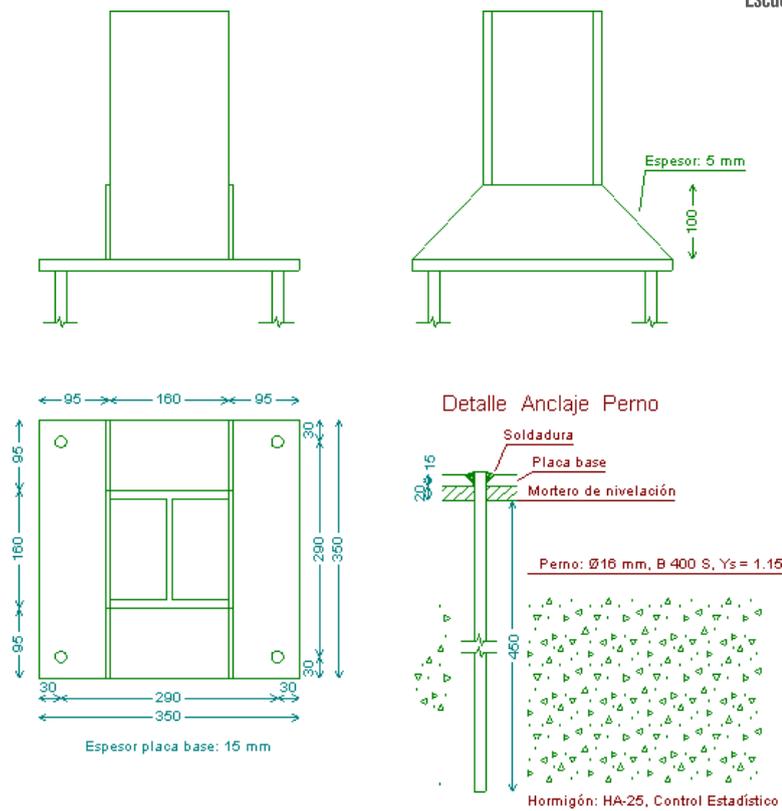
Habrán cuatro tipos de tabletas:

de columnas centrales o intermedias, de columnas de esquina, de columnas de puerta y de columnas de entresuelo. Las Figuras 7.4, 7.5, (entrepisos) 7.6, 7.7, (pórtico) 7.8, 7.9, (columnas del frontón) 7.10 y 7.11 (columnas) representan diferentes grupos de losas, junto con sus tamaños y geometría.

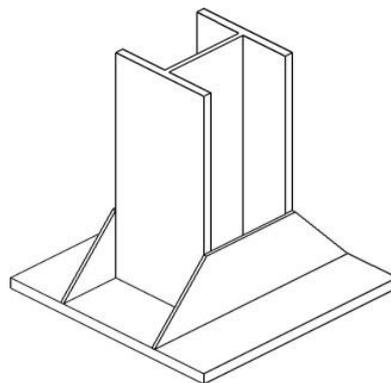
Para presentar los datos de manera general se obtiene la tabla resumen 7.2 por el arreglo geométrico de cada placa.

*Tabla 7.2: Resumen de la geometría de las placas de anclaje de la estructura.*

		Pilares intermedios	Pilares hastiales
Placa base	Ancho X	650	300
	Ancho Y	650	300
	Espesor	25	15
Disposición	Posición X	Centrada	Centrada
	Posición Y	Centrada	Centrada
	Nº	9	4
	Diámetro	32 mm	16 mm
	Longitud	600 mm	450 mm
	Distancia al borde	50 mm	30 mm



**Figura 7.4: Geometría de la placa de anclaje de los pilares de la ENTREPLANTA.**



**Figura 7.5: Vista 3D de la placade anclaje de los pilares de la ENTREPLANTA.**

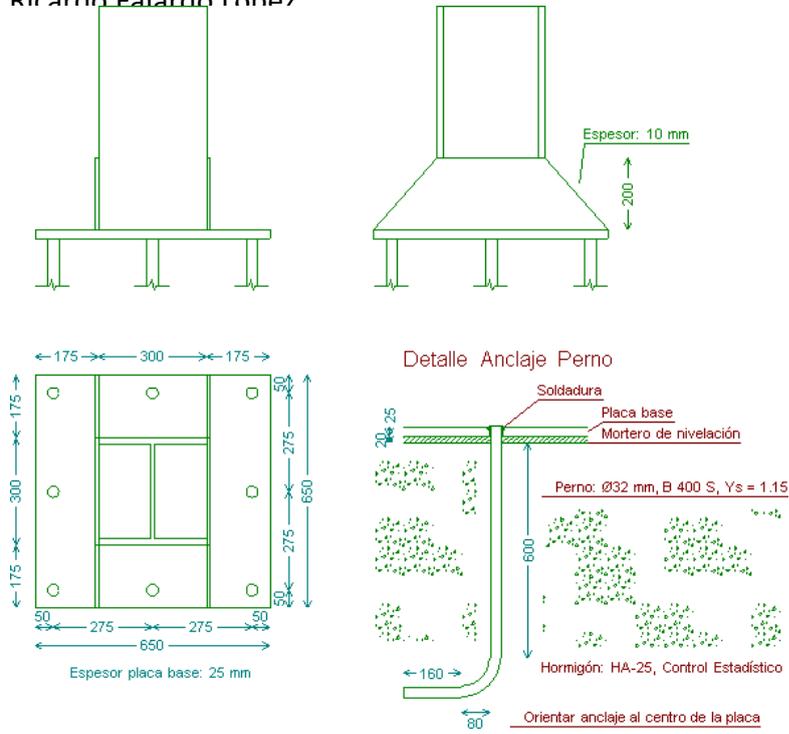


Figura 7.6: Geometría de la placa de anclaje de los pilares de un PÓRTICO TIPO.

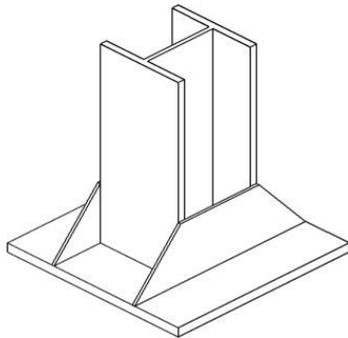


Figura 7.7: Vista 3D de la placa de anclaje de los pilares de un PÓRTICO TIPO.

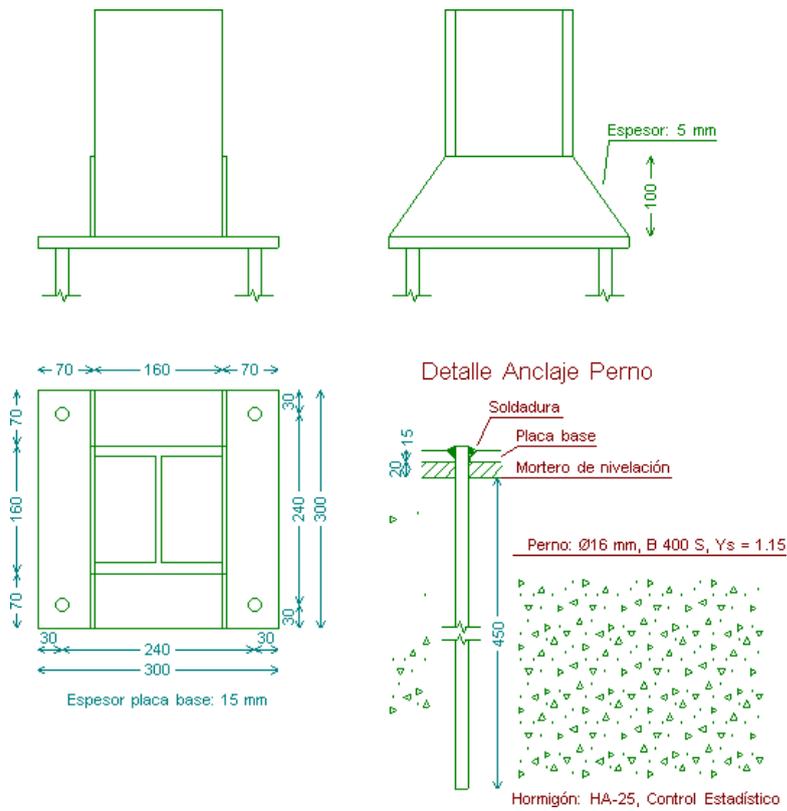


Figura 7.8: Geometría de la placa de anclaje de los pilares HASTIALES.

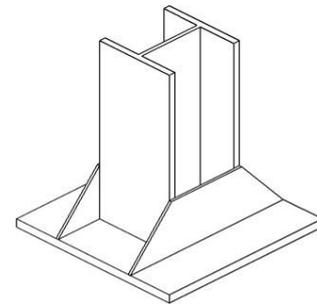


Figura 7.9: Vista 3D de la placa de anclaje de los pilares HASTIALES.

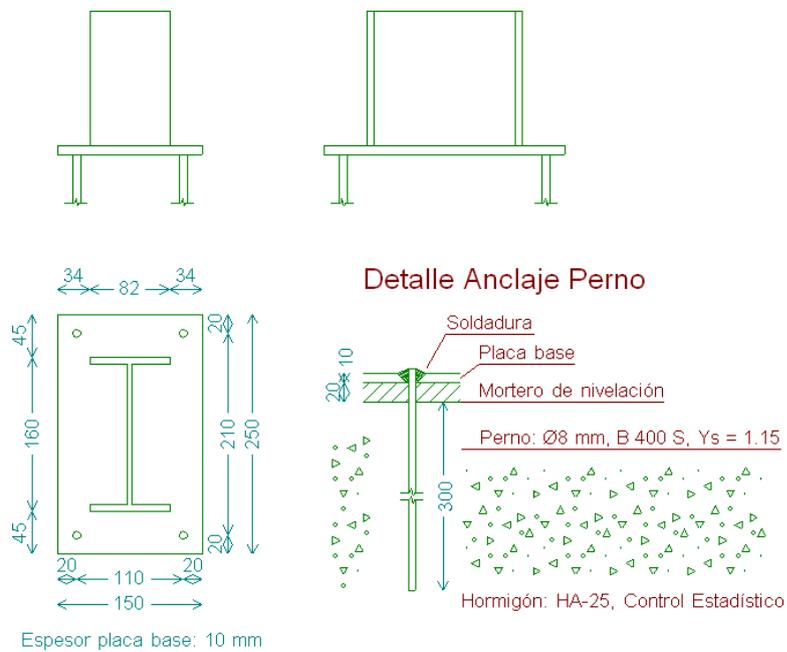


Figura 7.10: Geometría de la placa de anclaje de los PILARILLOS.

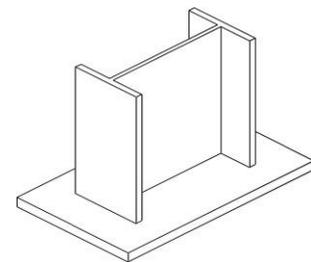


Figura 7.11: Vista 3D de la placa de anclaje de los PILARILLOS.

# 8. CAPITULO VIII: Conclusión

En conclusión, el Trabajo de Fin de Grado (TFG) se centra en el diseño y cálculo de una nave industrial utilizando el software SAP2000. La nave, ubicada en Crevillente, consta de una estructura porticada convencional con una cubierta en sándwich. Se han aplicado diversas acciones sobre la estructura, incluyendo las gravitatorias, sobrecarga de nieve, viento, acciones térmicas, sísmicas y derivadas del movimiento del terreno.

La estructura metálica está compuesta por perfiles normalizados, como pilares de tipo HEB 360 y vigas de cubierta y jácenas de forjado de tipo IPE 360. La unión entre los pilares y la zapata de hormigón se realiza mediante una placa de anclaje soldada. Además del uso de tubos 90x90x10 para las cruces de san Andrés.

El uso de materiales prefabricados para los elementos de cerramiento y cubierta, junto con la optimización de la estructura y los elementos constructivos, ha permitido obtener un precio final asequible para la propiedad. El TFG se ha basado en libros, documentos y catálogos de proveedores, y se ha adquirido habilidades autodidactas en el uso del software SAP2000, ampliamente utilizado en la ingeniería estructural.

En cuanto a las conclusiones, los resultados obtenidos son coherentes y podrían aplicarse en la práctica real, con las modificaciones pertinentes según las necesidades del propietario. Los procedimientos de cálculo utilizados se basaron en documentación relevante en el campo de las estructuras.

Se destaca la utilidad de los programas de cálculo de estructuras, a pesar de las limitaciones que puedan tener. En este caso, el software SAP2000 simplificó el proceso de dimensionado de los elementos después de ingresar los datos necesarios y en algunos casos el CYPE.

En definitiva, el TFG ha logrado diseñar y calcular una nave industrial utilizando SAP2000, considerando diferentes acciones y garantizando el cumplimiento de los requisitos del proyecto. Se han aplicado soluciones constructivas eficientes y se ha demostrado la utilidad de los programas de cálculo en la ingeniería estructural.

Algunas de los puntos aprendidos y de los que podemos sacar conclusiones aparte de los datos estructurales de la nave son:

1. El precio final de la propiedad se ha determinado utilizando los precios actuales del mercado y se ha logrado un importe cercano a la estimación inicial. Además, se considera asequible debido a los esfuerzos realizados para optimizar la estructura y los elementos constructivos.
2. Se ha logrado el objetivo principal del proyecto al alcanzar una serie de objetivos intermedios, como obtener datos, soluciones constructivas, detalles y precios de fuentes confiables y reconocidas en el sector de la construcción.
3. Se ha adquirido conocimiento autodidacta sobre un código comercial relevante, el SAP, utilizado en las principales empresas de ingeniería para el cálculo de estructuras.
4. Los resultados obtenidos en el proyecto son coherentes y pueden ser comparados con edificios reales, lo que sugiere que, a pesar de ser un ejercicio teórico, podría llevarse a la práctica con las modificaciones necesarias según el criterio del propietario.
5. Todos los procedimientos de cálculo utilizados en el proyecto se basan en la investigación de documentación relacionada con el cálculo de estructuras en general, lo cual se refleja en los apartados correspondientes.

# 9. CAPITULO IX: Bibliografía

## Bibliografía:

1. Asale, R.-. (s. f.). "Ingeniería | Diccionario de la lengua española." Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario.
2. Código Técnico de la Edificación. Actualizado a febrero de 2008. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
3. "Apuntes de la asignatura Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales". Grado de Ingeniería Mecánica, 4º Curso, 1er Cuatrimestre. Universidad Politécnica de Valencia.
4. Reyes, A. M. (2008). "CYPE 2008: Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D". Ed. Anaya Multimedia.
5. Argüelles Álvarez, R. (1975-1987). "La estructura metálica de hoy". Ed. Librería Técnica Bellisco.

## Fuentes web:

1. [www.cype.es](http://www.cype.es). Página web oficial del código comercial CYPE Ingenieros.
2. [www.codigotecnico.org](http://www.codigotecnico.org). Página web oficial sobre el Código Técnico de la Edificación.

Cálculos mecánicos:

1. UNE 14-035. "Cálculo de cordones de soldadura solicitados por cargas estáticas".
2. UNE 14-403. "Criterios de cálculo y diseño de uniones soldadas a tope".
3. Código Técnico de la Edificación, CTE, en especial para esta parte: • DB SE: seguridad estructural. • DB SE-AE: acciones en la edificación. • DB SE-C: cimientos. • DB SE-A: acero.
4. Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08.

Fontanería:

1. Código Técnico de la Edificación, CTE, DB HS, Salubridad, en concreto la sección HS-4, Suministro de agua.

Saneamiento:

2. Código Técnico de la Edificación, CTE, DB HS, Salubridad, en concreto la sección HS-5, Evacuación de aguas.

Protección contra incendios:

1. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre.
2. Código Técnico de la Edificación, CTE, DB SI, Seguridad en caso de incendio.



# ANEJO 1: Cumplimiento y Justificación Urbanística

## Índice

1. Objeto.....	3
2. Clasificación del suelo.....	3
3. Condiciones generales de la edificación.....	4
4. Justificación Urbanística.....	4
5. Plano –Plan General de Crevillente – Localización de la parcela .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## 1. Objeto

El propósito de este documento es demostrar la adecuación urbanística del lugar donde se llevarán a cabo las futuras obras del proyecto, y establecer las especificaciones de construcción de la edificación que se pretende construir, comparándolas con las especificaciones del proyecto original.

## 2. Clasificación del suelo

Según lo establecido en el Plan General de Ordenación de Crevillente, la parcela que está siendo estudiada tiene la clasificación de suelo urbano ordenado con uso principal industrial (b.4. Terrenos destinados a construcciones privadas y/o públicas, ya sean residenciales o industriales).

En lo que respecta a la capacidad de la parcela para soportar el uso industrial, ésta cuenta con la máxima calificación disponible en las categorías I, II, III, IV y V del plan, lo que significa que puede albergar cualquier tipo de actividad industrial que se mencione a continuación:

- Categoría I. Actividades artesanales y de servicios.
- Categoría II. Industrias pequeñas y de servicios.
- Categoría III. Industrias ligeras y medias.
- Categoría IV. Industrias grandes y molestas.
- Categoría V. Industrias insalubres, nocivas y peligrosas.

### 3. Condiciones generales de la edificación

Según se indica en el plano adjunto "Plan General de Crevillente -Ubicación de la parcela", la ubicación de las obras se encuentra en el sector **Crevillente Industrial**. Según el Plan General de Crevillente, este tipo de edificación se clasifica como "edificación aislada", lo cual está debidamente definido en el mismo plan.

La parcela es de **edificación aislada** o abierta, siendo independiente y respetando las distancias con las parcelas de al lado, teniendo en cuenta las ligeras excepciones.

La **edificabilidad del solar** deberá cumplir las limitaciones establecidas por el Plan General de Crevillente en parcelas aisladas, que son: (89/93)pagina

- Superficie mínima: 600m<sup>2</sup>
- Fachada mínima: 20 m.

El **número de plantas es libre**. Teniendo como **altura máxima edificable** de 15metros. Al no necesitar mas de la planta industrial la altura máxima será de **10m**.

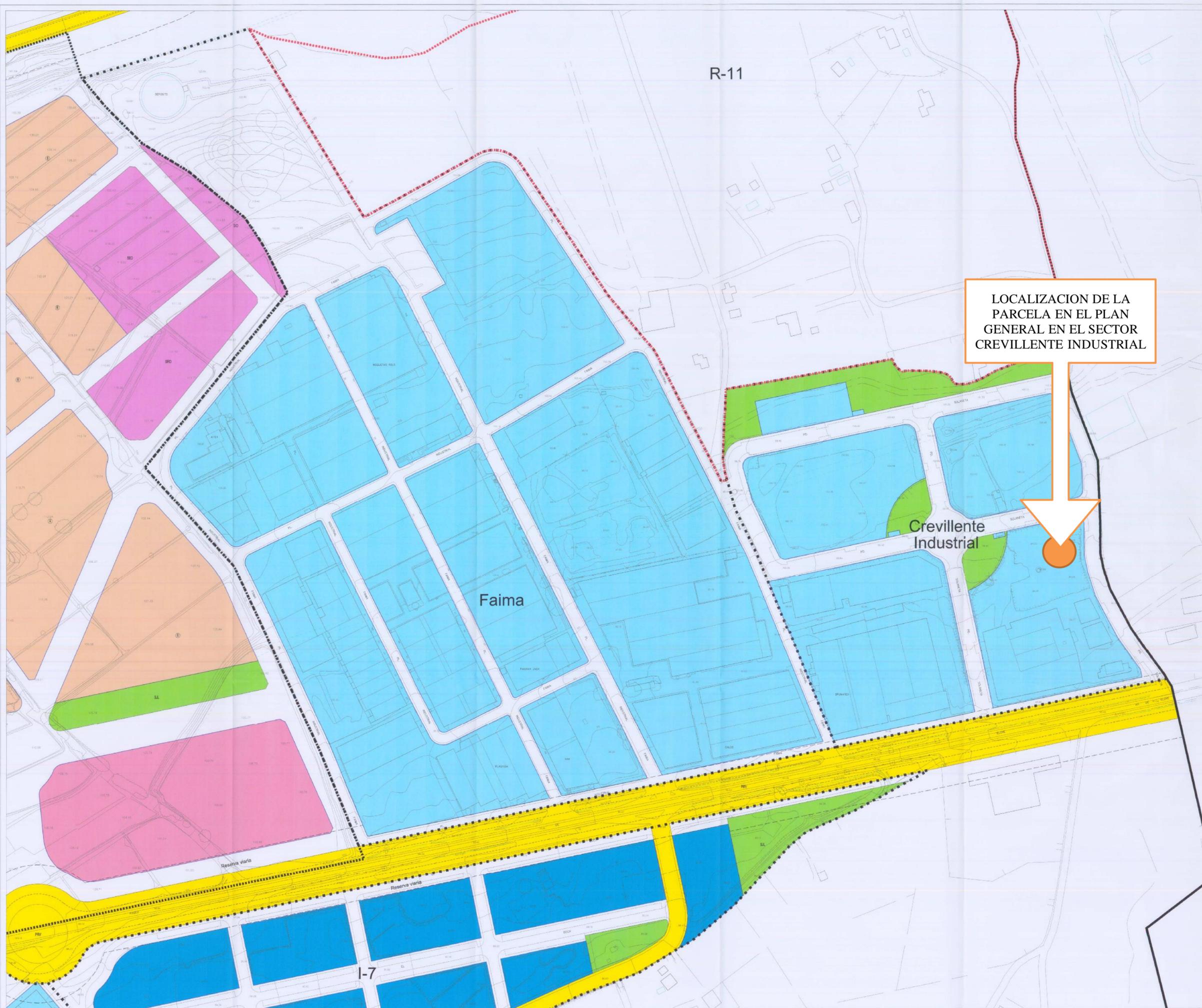
### 4. Justificación Urbanística

En esta sección se ha resumido todos los requisitos que hacen falta para cumplir con el Plan General Municipal de Ordenación de Crevillente. También se ha comparado esta información con las especificaciones de construcción de la construcción de una nave industrial, con el objetivo de asegurar que cumple con todos los requisitos exigidos por la normativa urbanística.

<b>Planeamiento aplicable</b>	Plan General Municipal de Ordenación Crevillente			
<b>Fecha de aprobación</b>	16 de Octubre de 1992			
<b>Clasificación del suelo</b>	URBANO INDUSTRIAL			
<b>Uso predominante</b>	INDUSTRIAL			
<b>Tolerancia</b>	I ,II, III, IV, V			
<b>Tipo de edificación</b>	Aisalada			
<b>Cumplimiento de la normativa</b>				
		<b>Según PLAN</b>	<b>Según PROYECTO</b>	
<b>Solar edificable</b>	<b>Superficie</b>	>600	1650	
	<b>Fachada</b>	>20	35	
<b>Parámetros urbanísticos</b>	<b>Ocupación</b>		80%	35,15%
	<b>Edificabilidad - m2/m2</b>		1	0,1757
	<b>Número máximo de plantas</b>		libre	1
	<b>Altura máxima de cornisa</b>		15	10
	<b>Retranqueos</b>	<b>Fachadas</b>	7,5	37
		<b>Lateral</b>	5	50
		<b>Fondo</b>	3	35

Tabla 1. Justificación urbanística.

## 5. Plano – Plan General de Crevillente – Localización de la parcela



LOCALIZACION DE LA PARCELA EN EL PLAN GENERAL EN EL SECTOR CREVILLENTE INDUSTRIAL

**LEYENDA**

**ZONAS DE ORDENACION**

- NUCLEO HISTORICO
- AMPLIACION DE CASCO
- ENSANCHE
- EDIFICACION ABIERTA
- VIVENDAS AISLADAS
- VIVENDAS ADOSADAS
- INDUSTRIAL EN MANZANA
- INDUSTRIAL AISLADA
- TERCIARIO EN MANZANA
- TERCIARIO AISLADA

**DELIMITACION DE SUELO DOTACIONAL PUBLICO**

REDES VARIAS		EQUIPAMENTOS		ZONAS VERDES	
Primaria	PR	Primaria	ES	Primaria	AV
Secundaria	SR	Secundaria	ES	Secundaria	AV

**PRVP** RED PRIMARIA VIAL RESERVA

**SIMBOLOGIA**

- DELIMITACION DE SUELO URBANO RESIDENCIAL
- DELIMITACION DE SUELO URBANO INDUSTRIAL
- DELIMITACION UNIDAD DE EJECUCION
- ALINEACION / DELIMITACION DE LA ZONA
- DELIMITACION DE AREA DE REPARTO
- DELIMITACION DE SECTOR
- Nº TOTAL DE PLANTAS SOBRE RASANTE
- RASANTE PRIVILEGIADA
- RASANTE DEL TERRENO
- VERDE PRIVADO
- EDUCATIVO PRIVADO
- RELIGIOSO
- AR-Nº EDIFICIO CATALOGADO
- DOMINIO PUBLICO HIDRAULICO
- SERVIDUMBRE DEL CAUCE A 5 m DEL DOMINIO PUBLICO
- PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS

**DIRECTORIO DE HOJAS**

06017930-05-11

DILIGENCIA DE SECRETARIA PARA DAR FE DE QUE ESTE DOCUMENTO ES EL APROBADO A LA VEZ EN LA SESION DE PLENO DEL DIA...

**TEXTO REFUNDIDO. REVISIÓN DEL PLAN GENERAL DE CREVILLENTE**

ORDENACION PORMENORIZADA

SUELO URBANO Y URBANIZABLE

ZONAS DE ORDENACION: RED PRIMARIA Y SECUNDARIA  
DELIMITACION DE SECTORES Y UNIDADES DE EJECUCION

OP-1  
4/19  
1/1.000  
MARZO 2011

# ANEJO 2: Seguridad y Salud

## ÍNDICE:

1. CONSIDERACIONES SOBRE EL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	3
1.1. Objeto del estudio de seguridad y salud. ....	3
1.2. Ámbito de aplicación del estudio de Seguridad y Salud. ....	3
1.3. Variaciones del estudio de Seguridad y Salud.....	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES. ....	4
2.1. Listado genérico no exhaustivo de vehículos, máquinas y medios auxiliares a utilizar en obra .....	4
2.2. Listado no exhaustivo de materiales y sustancias tóxicas o peligrosas a utilizar en obra.....	5
3. INSTALACIONES PROVISIONALES Y PRIMEROS AUXILIOS. ....	5
3.1. Suministro de agua, electricidad, saneamiento .....	5
3.2. Señalización. ....	5
3.3. Instalaciones provisionales para los trabajadores. Servicios higiénicos. ....	5
3.4. Primeros auxilios. ....	5
3.5. Centros asistenciales cercanos a la obra.....	6
4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. ....	6
4.1. Riesgos de daños a terceros. ....	6
4.2. Medidas de prevención asociadas a los riesgos identificados. ....	7
4.3. Riesgos generales de obra.....	7
4.4. Riesgos en el montaje y desmontaje de los sistemas de protección colectiva ...	33
4.5. Riesgo en el montaje de la instalación eléctrica .....	37

## **1. CONSIDERACIONES SOBRE EL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

### **1.1. Objeto del estudio de seguridad y salud.**

El propósito de este Estudio Básico de Seguridad y Salud es analizar, desarrollar, complementar y establecer las medidas de prevención de riesgos laborales durante la ejecución de la obra, así como definir los espacios obligatorios para la higiene y bienestar de los trabajadores.

Todas estas acciones están en conformidad con lo establecido en el Real Decreto 1627/97 del 24 de octubre (Art. 7) BOE nº 256, y también se ajustan a lo dispuesto en el Art. 16 de la Ley 31/95 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, que establece las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

De acuerdo con el artículo mencionado, este Estudio será presentado para la elaboración posterior del Plan de Seguridad y Salud, que debe recibir la aprobación expresa del coordinador de Seguridad y Salud, previo al inicio de la obra. En caso de que no sea necesaria la designación de un coordinador, el Estudio será presentado a la Dirección Facultativa.

Una vez aprobado, el Estudio debe permanecer en la obra y será un documento de presentación obligatoria ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura. Además, estará disponible de forma permanente para la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, así como para los técnicos del Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El presente estudio de Seguridad y salud tiene entre otros los siguientes objetivos:

- El propósito es establecer pautas de actuación basadas en el análisis de las características de la obra, con el objetivo de eliminar los riesgos asociados a los trabajos a realizar y a las acciones humanas peligrosas. Todo ello tiene como fin prevenir enfermedades profesionales, reducir la cantidad de accidentes y mitigar sus consecuencias.

- Para llevar a cabo esto, se creará la estructura organizativa necesaria y se establecerán normas específicas que permitan aplicar de manera práctica las regulaciones generales

existentes en materia de Seguridad y Salud. De esta manera, se busca asegurar el cumplimiento de las disposiciones legales y garantizar la protección de la salud y seguridad de los trabajadores involucrados en la obra.

### **1.2. Ámbito de aplicación del estudio de Seguridad y Salud.**

Su aplicación será vinculante para todo el personal propio y el dependiente de las empresas contratistas y trabajadores autónomos contratados por la propiedad, al realizar sus trabajos en el interior del recinto de la obra y con independencia de las condiciones contractuales que regulen su intervención.

### **1.3. Variaciones del estudio de Seguridad y Salud.**

Durante la ejecución de la obra, el presente Estudio de Seguridad y Salud podrá ser modificado por las contratistas, siempre y cuando se elabore un correspondiente Plan de Seguridad que cuente con la aprobación expresa del Coordinador en materia de Seguridad y Salud o, en su ausencia, de la Dirección Facultativa. Estos cambios podrán realizarse en función del desarrollo de la obra, el progreso de los trabajos y las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir y que impliquen riesgos no previstos en el Estudio original.

Todas las partes involucradas en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas participantes y los representantes de los trabajadores, tendrán la oportunidad de presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que consideren oportunas. A este respecto, el Plan de Seguridad y Salud estará permanentemente disponible en la obra para que puedan acceder a él y tomar en cuenta sus consideraciones.

## **2. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES.**

### **2.1. Listado genérico no exhaustivo de vehículos, máquinas y medios auxiliares a utilizar en obra.**

Relación no exhaustiva:

- Camión de transporte de materiales.
- Grúa móvil autopropulsada.

- Eslingas.
- Carretilla elevadora.
- Plataforma elevadora.
- Andamios.
- Escaleras de mano.
- Equipos de soldadura.
- Contenedores.
- Taladro y roscadora.

## **2.2. Listado no exhaustivo de materiales y sustancias tóxicas o peligrosas a utilizar en obra.**

Relación no exhaustiva:

- Gasoil (combustible).
- Productos adhesivos.
- Productos de sellado.

## **3. INSTALACIONES PROVISIONALES Y PRIMEROS AUXILIOS.**

Antes del comienzo de la obra es necesario llevar a cabo una serie de trabajos preparatorios que permitan poner en marcha la obra según el proyecto previsto.

### **3.1. Suministro de agua, electricidad, saneamiento...**

Los servicios serán suministrados por el Contratista Principal de la Obra o por la Propiedad.

### **3.2. Señalización.**

De forma general y con los criterios establecidos en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, deberá colocarse en la obra la correspondiente señalización de seguridad, aportada por el Contratista Principal o Encargado de la Seguridad General de la Obra.

### **3.3. Instalaciones provisionales para los trabajadores. Servicios higiénicos.**

Según especifica el Estudio de Seguridad se aplicará una visión general del tema y se

centralizarán estas instalaciones. Ello implicaría que los módulos de comedor, aseos y vestuarios sean comunes, implantados por el Contratista General de la Obra o por la Propiedad.

### **3.4. Primeros auxilios.**

En el Centro de Trabajo, se contará con un botiquín equipado con los elementos necesarios para brindar primeros auxilios en caso de accidentes, y será responsabilidad de una persona cualificada proporcionada por el Contratista General de la Obra o la Propiedad.

Para garantizar la seguridad y la salud de todo el personal que comience a trabajar en la obra, se exigirá que hayan pasado un examen médico previo, que se repetirá anualmente. Todas estas medidas se llevarán a cabo en estricto cumplimiento de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en concordancia con lo establecido en el Convenio Colectivo aplicable.

## **4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.**

### **4.1. Riesgos de daños a terceros.**

Con las derivaciones del entorno e interiores de la nave se derivan riesgos tales como:

- Caída de personas a distinto nivel: a cotas inferiores del terreno (falta de señalización, final de recorrida, etc.) y otros factores que puedan originar este riesgo.
- Caída de personas al mismo nivel: al caminar sobre polvo, irregularidades del terreno, escombros, barro, etc. Y otros factores que puedan originar este riesgo.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento: por acopio de perfilería y otros materiales de manera peligrosa y otros factores que puedan originar este riesgo.
- Caída de objetos por manipulación: de objetos que se transportan y se reciben.
- Caída de objetos desprendidos. Alud de rocas y materiales sueltos por vibraciones, cargas suspendidas a gancho de grúa, etc.
- Pisadas sobre objetos: depositados o caídos sobre zonas de paso por falta de orden y limpieza.

- Choques contra objetos inmóviles: materiales, maquinaria, etc.
- Choque contra objetos móviles de máquinas: contra las partes móviles de la maquinaria, herramientas, medios auxiliares, etc.
- Contactos eléctricos: contacto con cuadros eléctricos, cables en tensión, servicios afectados y otros factores que puedan originar este riesgo.
- Atropellos o golpes con o contra vehículos: al caminar sobre las rutas de circulación, mala visibilidad, falta de señalización y otros factores.

#### **4.2. Medidas de prevención asociadas a los riesgos identificados.**

Se impedirá el acceso de personas ajenas a aquellas zonas de la obra que entrañen riesgos, cerrando el perímetro de la obra, delimitando la zona de acceso de vehículos y personal, y señalizando la prohibición de acceder a la obra por parte de personas no autorizadas. Se controlará que el radio de acción de las grúas no sobrepase el límite de la parcela, de manera que no existan cargas suspendidas en la vía pública.

#### **4.3. Riesgos generales de obra.**

##### RIESGOS IDENTIFICADOS Y SU EVALUACIÓN

Todas las personas involucradas en la obra estarán expuestas a diversos riesgos, que se detallan a continuación:

1. Caída de personas a diferentes niveles debido a operaciones en altura, protecciones colectivas deterioradas, zonas de tránsito sin iluminación y con aberturas, uso de escaleras de mano, estructuras verticales en mal estado, superficies inestables y posibles colapsos, entre otros.
2. Caída de personas al mismo nivel debido a irregularidades en el terreno, presencia de escombros, barro, materiales, etc.
3. Caída de objetos por desplome o derrumbamiento, causado por un acopio de materiales inseguro, mal estado de materiales debido a un uso incorrecto, desprendimiento de tierras, eslingado insuficiente, etc.
4. Caída de objetos por manipulación durante el transporte y recepción de objetos.
5. Caída de objetos desprendidos, como rocas y materiales sueltos debido a vibraciones, cargas suspendidas por grúas, etc.

6. Pisadas sobre objetos punzantes u otros objetos peligrosos en el puesto de trabajo, debido a la falta de orden y limpieza.
7. Choques contra objetos inmóviles, como materiales y maquinaria.
8. Choque contra objetos móviles de máquinas, incluyendo partes móviles de maquinaria, herramientas y medios auxiliares.
9. Golpes por objetos o herramientas durante su uso o transporte.
10. Proyección de fragmentos y/o partículas debido a operaciones con tronzadoras, radiales, soldaduras, etc.
11. Atrapamiento por o entre objetos debido a la falta de resguardos fijos o móviles en máquinas y otros factores.
12. Atrapamiento por vuelco de máquinas.
13. Sobreesfuerzos causados por posturas inadecuadas o forzadas.
14. Contactos eléctricos, como contacto con cuadros eléctricos, cables en tensión, servicios afectados, etc.
15. Explosiones por el uso inadecuado de elementos a presión, fumar cerca de materiales inflamables, etc.
16. Incendios por fumar en zonas inadecuadas, soldaduras y radiales, etc.
17. Atropellos o golpes con o contra vehículos debido a caminar en zonas de circulación, falta de visibilidad, falta de señalización, entre otros.
18. Accidentes de tráfico.

## NORMAS DE SEGURIDAD GENERALES DE OBRA.

### **Orden y limpieza.**

Antes de dar inicio a los trabajos de ejecución, se establecerá un plan de orden y limpieza que regirá las actuaciones y comportamientos generales en el seno de la obra. Se establecerán zonas destinadas a la ubicación de los medios, equipos y material a acopiar y almacenar en función de los espacios disponibles, de los tipos de desechos y del volumen a evacuar y prestando especial interés en las siguientes operaciones:

- Acceso a las unidades de obra (tajos).
- Señalización y circulación de personas y vehículos.
- Zonas de almacenamiento y acopios de materiales.
- Zonas de almacenamiento y recogida de desechos y escombros programando surecogida.
  
- Las herramientas tendrán un lugar de almacenamiento ordenadas sistemáticamente.
- Tener en cuenta la correcta utilización de las instalaciones en cuanto a la pauta de conducta en el tratamiento de desechos y basuras.  
Se instalarán recipientes/contenedores suficientes.

### **Acceso al lugar de trabajo.**

El acceso a superficies elevadas recién construidas, como forjados, estructuras y cubiertas, estará prohibido hasta que el Coordinador de Seguridad y/o la Dirección Facultativa lo autoricen, con el fin de prevenir el riesgo de caídas desde diferentes niveles debido al colapso de dichas superficies. Además, no se permitirá el uso de accesos verticales que no cumplan con los estándares de seguridad establecidos. Solo se permitirá el uso de escaleras de mano y andamios tubulares si cumplen con las condiciones específicas de seguridad definidas en este documento.

### **Protecciones colectivas.**

Es fundamental mantener en buen estado de uso y conservación los sistemas de protección colectiva.

No se debe transitar por áreas donde haya riesgo de caída a diferentes niveles debido a la falta o mal estado de las protecciones colectivas. Si se detecta esta situación, debe informarse inmediatamente al responsable correspondiente para que tome las medidas necesarias para solucionar las deficiencias.

Las aberturas o desniveles que puedan suponer un peligro de caída de personas deberán estar protegidos con barandillas u otros sistemas equivalentes de protección.

Queda estrictamente prohibido utilizar cuerdas o cadenas con banderolas u otros elementos de señalización como dispositivos de protección, ya que no tienen la resistencia necesaria para evitar caídas.

Es obligatorio utilizar el arnés de seguridad en todas las situaciones que así lo requieran.

### **Iluminación.**

En las zonas generales de la obra se establecerán pasillos o zonas de paso libres de obstáculos, cuya anchura mínima será de 1 metro, con niveles de iluminación superiores a 50 lux.

### **Elevación y transporte de cargas.**

Queda prohibido que personal no autorizado utilice elementos de elevación y transporte de cargas como carretillas elevadoras, grúas autopropulsadas, plataformas elevadoras, etc.

Es necesario mantener una distancia de seguridad respecto a la maquinaria de elevación y transporte de cargas, y en caso necesario, delimitar el radio de influencia de la máquina.

Al manipular cargas con la ayuda de elementos mecánicos de elevación, el operador de la máquina deberá seguir las siguientes pautas:

- Realizar la elevación y descenso de forma lenta, evitando arrancadas o paradas bruscas, y preferiblemente en sentido vertical para evitar balanceos.
- Evitar transportar cargas por encima de áreas donde haya trabajadores.
- Si después de elevar la carga se observa que no está correctamente colocada, se debe hacer sonar la señal de precaución y bajar la carga para ajustar su posición.
- Cuando los aparatos estén en funcionamiento sin carga, elevar el gancho lo suficiente para evitar que pase por encima de personas y objetos.
- Queda prohibido viajar sobre cargas, ganchos o eslingas vacías.
- Cuando los aparatos de izado no estén dentro del campo visual del operador, se deben utilizar uno o varios trabajadores para realizar las señales necesarias para la correcta carga, desplazamiento y parada.

### **Cables y eslingas.**

En el uso de cables y eslingas, se deben seguir las siguientes normas:

- Se debe dar preferencia al uso de eslingas de nylon homologadas en lugar de cables.
- Los ganchos deben ser normalizados y contar con pestillos de seguridad.
- No se deben utilizar alambres o hierros doblados como ganchos.
- Los cables y eslingas utilizados deben ser adecuados para soportar la carga correspondiente.
- Es importante evitar dobleces y cantos vivos que puedan dañar el cable o cortar la eslinga.
- Al elegir cables o eslingas, estos deben ser lo suficientemente largos para que el ángulo entre los ramales no exceda los 90°.
- Para elevar paquetes de más de 6 metros de largo, se deben utilizar balancines para centrar la carga.
- No se debe someter un cable o eslinga a su carga máxima de manera abrupta.
- Es necesario almacenarlos a cubierto, en un lugar seco y bien ventilado.
- Para elevar materiales desde andamios de torrea o fachada, se debe utilizar una polea.
- Cualquier cable o eslinga en mal estado debe ser desechado y destruido.

### **Manipulación manual de cargas.**

Para prevenir lesiones por sobreesfuerzos en la manipulación de cargas, se deben seguir los siguientes principios:

Levantamiento de pesos:

- Colocar el peso cerca del cuerpo.
- Mantener la espalda recta y evitar doblarla al levantarse.

Sostenimiento y transporte de cargas:

- Llevar la carga manteniéndose erguido.
- Cargar de forma simétrica.
- Utilizar el esqueleto para soportar la carga.
- Aproximar la carga al cuerpo.

- Si es posible, hacer rodar o deslizar la carga.
- Emplear medios auxiliares como palancas, correas o planos inclinados.
- Si hay varios trabajadores involucrados, designar un único responsable para la maniobra.
- Realizar entrenamiento para manejar transportes difíciles.

Una vez levantada la carga, mantener los brazos pegados al cuerpo para que el cuerpo soporte el peso.

Llevar la carga de tal manera que no obstruya la visión hacia adelante y que no interfiera con el movimiento habitual al caminar.

### **Acopio de materiales.**

Es necesario asegurarse de que los materiales cercanos al lugar de trabajo estén almacenados en su ubicación designada, de manera estable y equilibrada. Además, deben colocarse de forma que no obstruyan las vías de evacuación ni el acceso al puesto de trabajo. Es fundamental mantener en perfecto estado de conservación los materiales destinados al montaje.

### **Caída de objetos.**

Queda prohibido transitar por zonas donde se estén llevando a cabo trabajos de construcción de forjados, cubiertas, etc., para prevenir el riesgo de caída de objetos por desplome o derrumbamiento. Únicamente se permitirá el tránsito cuando el Encargado haya supervisado los trabajos y asegure que es seguro hacerlo. Asimismo, se evitará transitar bajo la vertical de operarios que estén trabajando en altura.

### **Circulación.**

Es esencial estar completamente atento mientras se camina por la obra y durante la realización de cualquier tipo de operación. Se debe mantener una distancia de seguridad y evitar transitar por áreas donde se estén llevando a cabo operaciones que puedan proyectar partículas, como soldadura, tronzadora, radial, etc., para garantizar la seguridad ante posibles riesgos.

## **Incendios.**

Para prevenir el riesgo de incendio, se deben seguir las siguientes medidas:

- En todos los centros de trabajo, es obligatorio contar con medios adecuados de extinción que permitan una respuesta rápida en caso de incendio.
- Se prohíbe fumar cerca de máquinas, materiales inflamables, áreas de carga de baterías y combustible, así como durante las operaciones de mantenimiento de vehículos a motor.
- Las operaciones de trasvase de combustible deben realizarse en áreas bien ventiladas y lejos de fuentes de chispas o ignición. Además, está terminantemente prohibido fumar o encender cualquier tipo de llama durante estas tareas.
  
- Mantener la ropa de trabajo libre de sustancias inflamables.
- Asegurarse de que las vías de evacuación estén despejadas de materiales.
- Evitar almacenar materiales junto a los equipos de extinción.
- No permanecer ni realizar operaciones en la zona superior de la estructura si se están llevando a cabo operaciones de soldadura o con tronzadora radial.
- Mantener el área de trabajo libre de materiales y sustancias.
- Tener en obra un par de extintores de polvo químico seco polivalente (ABC) con una eficacia de 21A 113B.
- Proporcionar información y formación al personal sobre las condiciones de evacuación y las acciones a seguir en caso de emergencia, entre otros aspectos.

## **Electricidad.**

Para prevenir el riesgo por contacto eléctrico, se deben seguir las siguientes medidas:

- Antes de utilizar la máquina-herramienta, verificar el buen estado de las clavijas, manguitos, carcasa y conexión de toma de tierra (si corresponde).
- No usar máquinas cuando estén mojadas o cuando las manos o pies estén mojados o húmedos.
- Evitar reparaciones provisionales en los cables mediante empalmes o regletas no normalizadas.
- Desconectar la máquina siempre tirando de la clavija y no del cable directamente.
- Prohibida la conexión directa a la toma de corriente mediante cables pelados.
- Las herramientas eléctricas portátiles deben tener la clavija original de fábrica.
- Solo personas especializadas y autorizadas operarán en los cuadros eléctricos.
- Evitar que los cables eléctricos reposen sobre superficies calientes, cortantes o vías de paso de vehículos y personas.
- No apoyar materiales o herramientas metálicas sobre transformadores o baterías.

- Mantener los cuadros eléctricos cerrados y en buen estado de conservación.
- Asegurarse de que no existan líneas eléctricas aéreas de alta tensión a menos de 10 metros de la obra.

Para evitar accidentes por electrocución durante los trabajos en instalaciones eléctricas, tener en cuenta las siguientes medidas:

- Disponer de un interruptor general de corte omnipolar en el origen de la instalación.
- Utilizar interruptores diferenciales.
- Contar con interruptores magnetotérmicos y circuitos distintos.
- Ubicar el conjunto en un armario estanco contra polvo de obra, agua y resistente a impactos, con carcasa metálica, puesta a tierra y cierre.
- Recubrir las partes activas de la instalación con aislante adecuado.
- Colocar las tomas de corriente en los laterales del armario para mantenerlo cerrado.
- Las bases de los enchufes deben contar con puntos de toma de tierra para las máquinas que lo requieran.
- Mantener limpios y libres de obstáculos los accesos al cuadro eléctrico.
- Colocar una señal de riesgo eléctrico y un cartel que indique que los trabajos en su interior solo deben ser efectuados por personal especializado.

### **Circulación de vehículos.**

Para garantizar una circulación segura de vehículos, se deben seguir las siguientes medidas:

- Mantener las vías de circulación para vehículos y personas libres de materiales y sustancias.
- Establecer un código interno de circulación que regule el flujo de vehículos y personas en la obra.
- Si es necesario, señalizar adecuadamente las zonas de circulación.
- Limitar la velocidad de los vehículos a 20 km/h en espacios exteriores y 10 km/h en espacios interiores.
- Evitar almacenar materiales a una altura que obstruya la visión.
- Prohibir el uso de maquinaria y vehículos por personal sin formación específica sobre su manejo.
- Mantener los vehículos en un estado de conservación óptimo.

Además, es importante cumplir las normas de circulación impuestas por la Dirección General de Tráfico.

### **Otras normas de interés general.**

Queda estrictamente prohibido consumir bebidas alcohólicas en la obra, así como acudir a la misma en estado de embriaguez. En caso de condiciones climáticas adversas como lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se deberán interrumpir las tareas en altura, sin importar su intensidad. Antes de iniciar el trabajo, es importante comprobar que no hay presencia de animales en la zona de trabajo. Si se encuentran animales, se debe actuar con

precaución, mantener la calma y alertar a los compañeros sobre su presencia.

### MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS EN GENERAL.

En el uso de medios auxiliares, máquinas y herramientas, se deberán seguir las siguientes pautas:

- Las herramientas deben mantenerse en buen estado de limpieza y conservación.
- Durante su uso, se deben mantener libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes.
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas deben contar con doble aislamiento.
- Antes de utilizar una máquina-herramienta, es necesario comprobar el estado de las clavijas, manguitos, carcasa y conexión de toma de tierra, si corresponde.
- No se deben alargar las herramientas manuales.
- Las máquinas-herramientas accionadas mediante correas deben permanecer cerradas por sus carcasas protectoras.
- Las máquinas-herramientas con discos de movimiento mecánico deben contar con protecciones completas que permitan ver el corte realizado sin necesidad de levantarlas.
- En caso de instalar máquinas-herramientas accionadas por motores eléctricos en lugares con materiales fácilmente combustibles o locales con riesgo de explosión, se debe contar con un blindaje contra deflagraciones.
- Utilizar las herramientas de forma adecuada y siguiendo las instrucciones de seguridad.
- Se deberán proteger las partes cortantes de las herramientas mediante fundas o protecciones adecuadas.
- Se realizará una revisión periódica de los mangos de las herramientas manuales y de las carcasas de las herramientas eléctricas.
- La maquinaria deberá utilizarse con los resguardos en su lugar y en buen estado de conservación.
- Todas las máquinas y herramientas con partes móviles deberán contar con dispositivos de seguridad.
- Queda prohibido eliminar o modificar los elementos de protección y dispositivos de seguridad existentes.
- Ante la detección de una avería, se informará de inmediato al responsable correspondiente.

- Al finalizar las operaciones de mantenimiento, se colocarán nuevamente todos los resguardos y protecciones de la máquina.
- Se verificará el correcto estado de los elementos de seguridad presentes en la máquina.
- Cuando se utilicen herramientas con filos cortantes o punzantes, el personal deberá usar guantes de seguridad.
- Todos los operarios que utilicen máquinas y herramientas deberán tener experiencia adecuada en su manejo.
- Los trabajadores recibirán instrucciones sobre el uso correcto de las herramientas manuales para evitar su utilización inapropiada.
- Se prohíbe el uso de herramientas mojadas o con las manos o pies mojados o húmedos.
- Se evitarán reparaciones provisionales en las herramientas.
- La desconexión de la máquina se realizará siempre tirando de la clavija y no del cable.
- Queda estrictamente prohibido conectar directamente a la toma de corriente mediante cables pelados.
- Todas las máquinas deberán tener su clavija original de fábrica.
- Para utilizar las herramientas de forma segura, se sujetarán correctamente y con firmeza.
- Se verificará que los mangos no estén aflojados.
  
- Se prohíbe dejar máquinas y herramientas abandonadas en el suelo o en plataformas de andamios, aunque estén desconectadas de la red eléctrica.
- Si la herramienta tiene mango aislante, se comprobará el buen estado del aislamiento.
- Las máquinas y herramientas que transmitan golpes y vibraciones al cuerpo deberán contar con dispositivos amortiguadores.
- En general, se deberán utilizar guantes, botas de seguridad, gafas protectoras, tapones o cascos auditivos y casco de seguridad.
- Cuando se genere polvo, se emplearán mascarillas aislantes del polvo.

### **Camión de transporte de materiales.**

En la utilización del camión de transporte de materiales, se deberá cumplir con las siguientes pautas:

- La carga en las cajas del camión se distribuirá de forma uniforme para evitar desniveles bruscos. Queda prohibido subirse a los laterales del camión durante la carga.
- El encargado dará las órdenes necesarias para corregir baches y roderas en el terreno y prevenir atoramientos o vuelcos.
- No se realizarán vaciados de caja con movimientos simultáneos de avance y retroceso mientras la caja esté en movimiento ascendente o descendente.

- Antes de iniciar las maniobras de carga o descarga, se activará el freno de mano y se colocarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas del camión.
- Un especialista conocedor de las operaciones dirigirá todas las maniobras de carga y descarga.
- El gancho de la grúa auxiliar estará equipado con pestillos de seguridad para garantizar la sujeción adecuada.
- Las cargas se instalarán de manera uniforme y compensando los pesos para una distribución equilibrada.
- El acceso y circulación interna de camiones en la obra se realizará según lo establecido en el plan de seguridad.
- Las operaciones de carga y descarga de los camiones se llevarán a cabo en los lugares designados para tal fin.
  
- Todos los camiones dedicados al transporte de materiales deberán mantenerse en óptimas condiciones de mantenimiento y conservación.
- Las maniobras de aparcamiento y expedición del camión serán dirigidas por un señalista.
- El ascenso y descenso de las cajas del camión se realizará mediante escalerillas metálicas equipadas con ganchos e inmovilización para garantizar la seguridad.
- Durante la carga, descarga y transporte, se utilizarán guantes de cuero para proteger las manos y botas de seguridad para evitar posibles lesiones en los pies.
- No se trepará directamente a la caja del camión, se utilizarán escalerillas y se evitarán esfuerzos innecesarios.
- Antes de realizar un esfuerzo, se afianzarán bien los pies.
- Se evitará saltar directamente del camión al suelo, a menos que sea una situación de peligro inminente.
- Siempre que el conductor abandone la caja del camión, deberá usar casco de seguridad.

### **Carretilla elevadora.**

**Para utilizar la carretilla elevadora de forma segura, ten en cuenta lo siguiente:**

- **Asegúrate de que la carretilla esté en buen estado antes de usarla.**
- **Evita el riesgo de atrapamiento protegiendo la carretilla con pórticos contra aplastamientos e impactos.**
- **Transporta cargas manteniendo las uñas en la posición más baja para evitar el riesgo de vuelco.**

- **Utiliza el sistema de protección de elevación con cadenas para mayor seguridad.**
- **Las carretillas deben contar con señalización acústica, faros y retrovisores para evitar choques o atropellos.**
- **No realices reparaciones con el motor en marcha y la uña elevada para prevenir atrapamientos.**
- **No transportes personas sobre la carretilla y respeta la carga máxima indicada por el fabricante.**
- **Coloca la carga cerca del mástil y sigue una técnica adecuada para elevarla con seguridad.**
- **Evita la sobrecarga y asegúrate de que la zona de trabajo esté bien ventilada.**
- **Maneja la carretilla desde el asiento del conductor y no circules con la carga levantada, ya que reduce la estabilidad.**
- **Circula a velocidad moderada y toma curvas a baja velocidad.**
- **Asegúrate de tener buena visibilidad y no permitas que nadie se acerque a la carga levantada.**
- **No transportes personas y no intentes girar la carretilla en pendientes.**
- **Al finalizar el trabajo, aparca la carretilla correctamente y sigue las pautas de repostaje y conservación.**
- **Realiza una inspección diaria antes de poner en marcha la carretilla para verificar su buen funcionamiento y seguridad. No fumes durante estas inspecciones.**

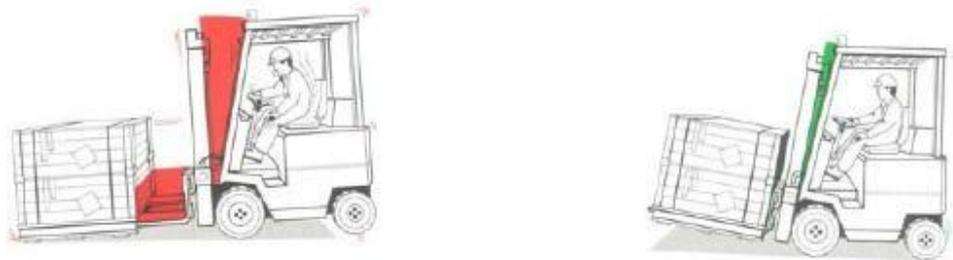


Figura 1. Colocación correcta de la carga en una carretilla elevadora.



Figura 2. Circulación correcta con la carretilla cargada.

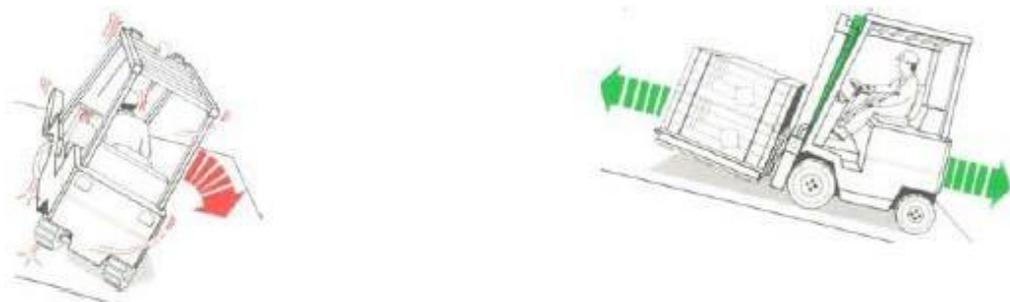


Figura 3. Correcta circulación con la carretilla elevadora en una pendiente.



Figura 4. Circulación en pendientes con carga.

### Plataforma elevadora.

- Al utilizar la plataforma elevadora, es imprescindible cumplir con las siguientes indicaciones:

1. Nunca usar la máquina en suelos blandos, inestables o inclinados con más de 3° de pendiente.
2. Respetar las señales y seguir las instrucciones indicadas en la máquina.

3. Evitar el uso en condiciones meteorológicas adversas o con viento fuerte.
4. Siempre colocar la barra de protección y cerrar la puertecilla de seguridad antes de utilizar la máquina.
5. No colgar materiales en las barandillas o pluma de la plataforma.
6. Utilizar los escalones para acceder a la plataforma y mantenerlos limpios.
7. No desactivar los dispositivos de seguridad ni entrar en contacto con obstáculos fijos o móviles.
8. No elevar la altura de operación utilizando escaleras u otros accesorios.
9. No sujetar la máquina a estructuras o paredes.
10. No atarse con el arnés de seguridad a ningún punto que no sea la propia máquina mientras esté en la plataforma.
11. No permitir que nadie manipule desde la base mientras la plataforma esté elevada.
12. Evitar que nadie trabaje bajo el área de alcance de la plataforma.
13. No utilizar la máquina con la plataforma llena de materiales y obstáculos.
14. Circular en dirección a la visibilidad y analizar el recorrido en sentido contrario.
15. Nivelar adecuadamente la máquina si el terreno es irregular y está equipada con estabilizadores.
16. Conducir la máquina de forma suave y sin maniobras bruscas.
17. No mover las palancas de mando de una dirección a la opuesta sin detenerse en la posición "0".
18. Mantener la plataforma y sus mecanismos limpios.
19. No sobrepasar la carga máxima ni exceder el número de personas autorizadas.
20. Realizar operaciones de mantenimiento con la máquina detenida y utilizando los elementos de seguridad necesarios.
21. Descender pendientes inclinadas con cuidado y sin alta velocidad.
22. No subir o bajar de la máquina mientras está en movimiento.
23. Las revisiones y reparaciones deben ser realizadas por personal competente y con la máquina detenida.
24. Mantener distancias de seguridad cerca de tendidos eléctricos o líneas de alta tensión.
25. Prohibido fumar durante la utilización de la máquina.
26. Verificar que la plataforma está en buen estado antes de su uso.
27. Al finalizar el trabajo, asegurarse de cerrar todos los contactos, inmovilizar la máquina, colocarla en un lugar seguro y retirar las llaves para evitar manipulaciones indebidas.

### **Grúa móvil autopropulsada.**

En el uso de la grúa móvil autopropulsada, es esencial cumplir con las siguientes indicaciones:

Con respecto a las condiciones del terreno:

- Verificar que el terreno tenga la resistencia adecuada para evitar el hundimiento de los apoyos durante las maniobras.
- Colocar la grúa en un lugar que evite las irregularidades del terreno y nivelarla correctamente antes de iniciar el trabajo. Se detendrán las operaciones si se observa algún hundimiento en los apoyos durante la ejecución.
- En caso de utilizar estabilizadores y si el terreno es arcilloso o inestable, se recomienda aumentar la superficie de apoyo mediante bases como traviesas de ferrocarril o tablonos.

Con respecto a la utilización de los apoyos:

- Si la grúa trabaja sobre ruedas transmitiendo la carga a través de los neumáticos, se deberá ajustar la presión de inflado.
- Al trabajar con transmisión de cargas a través de neumáticos, se bloqueará la suspensión del vehículo portante y se calzarán adecuadamente las ruedas.
- Si se utilizan estabilizadores, estos deben estar completamente extendidos y elevarse hasta que los neumáticos queden completamente separados del suelo.

Con respecto a las maniobras:

- Conocer el peso de la carga antes de realizar cualquier maniobra. En caso de desconocerlo, estimar un valor excesivo.
- Verificar que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos de acuerdo con las tablas de trabajo de cada grúa.
- Prestar especial atención en operaciones como rescate de vehículos accidentados o desmantelamiento de estructuras, ya que la carga aprisionada y la tracción no vertical pueden causar un momento de carga excesivo.
- Evitar oscilaciones pendulares y realizar maniobras armoniosas y sin movimientos bruscos.
- Interrumpir temporalmente el trabajo en caso de vientos excesivos y asegurar la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

Con respecto a la elevación de la carga:

- Realizar el estrobado de manera que la carga se distribuya homogéneamente para mantener el equilibrio estable. Evitar el contacto de estrobos con aristas vivas utilizando

salvacables. El ángulo entre estrobos no debe superar los  $120^\circ$  y se procurará que sea inferior a  $90^\circ$ .

- Todos los elementos auxiliares utilizados en las maniobras (eslingas, ganchos, etc.) deben tener capacidad de carga suficiente para soportar las solicitaciones.

Con respecto al mantenimiento preventivo:

- Seguir las instrucciones del Manual de Mantenimiento, utilizando los aceites y líquidos hidráulicos recomendados por el constructor, y realizar las revisiones y mantenimientos periódicos.

- Prestar especial atención a los estabilizadores, examinando las partes soldadas, que son los puntos más débiles sometidos a esfuerzos significativos.

- Examinar los elementos de elevación como cables, cadenas y aparejos cada seis meses como mínimo.

### **Escaleras de mano.**

En el uso de escaleras de mano, se deben cumplir las siguientes indicaciones:

- Está prohibido utilizar escaleras de mano para alcanzar alturas superiores a 5 metros en esta obra.

- No se permite el acceso a lugares con alturas iguales o superiores a 7 metros utilizando escaleras de mano sin largueros reforzados en el centro para evitar oscilaciones. Para mayores alturas, se recomienda el uso de otros sistemas.

- Las escaleras de mano deben tener zapatas antideslizantes de seguridad en su extremo inferior.

- Las escaleras de mano deben estar firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura que permita el acceso.

- La altura de la escalera de mano debe sobrepasar en 1 metro la altura que se necesita alcanzar.

- No se permite transportar pesos a mano que sean iguales o superiores a 25 kg sobre las escaleras de mano.

- Evitar apoyar la base de las escaleras de mano en lugares u objetos poco firmes que puedan afectar su estabilidad.

- El acceso de los operarios a través de las escaleras de mano debe ser de uno en uno.

- Al subir o bajar, el operario debe estar de frente, mirando directamente hacia los peldaños que está utilizando.

- Si las escaleras son de acero, deben estar pintadas para proteger contra la oxidación.

- No se deben añadir suplementos con uniones soldadas a las escaleras de mano.
- Los peldaños deben tener estrías para evitar deslizamientos de los pies.
- Mantener la escalera limpia de grasa o barro para prevenir accidentes por resbalones.

### **Andamios metálicos tubulares.**

En la utilización de andamios tubulares, se deberá cumplir con lo siguiente:

- Para evitar el riesgo de caída desde altura de trabajadores durante el montaje y desmontaje del andamio, está previsto que el encargado controle que los montadores utilicen un arnés cinturón de seguridad contra caídas, amarrado a los componentes firmes de la estructura.
- Los andamios estarán contruidos por tubos o perfiles metálicos.
- El andamio se montará con todos sus componentes, es especial los de seguridad.
- Los montadores se atenderán estrictamente a las instrucciones del manual de montaje y mantenimiento dadas por el proyectista del andamio metálico tubular.
- Las plataformas de trabajo sobre los andamios rodantes tendrán un ancho mínimo de 60 cm. Se exige que sean lo suficientemente resistentes para soportar 250 kg, puntualmente.

- En la base, a nivel de las ruedas, se montaran dos barras de seguridad endiagonal para hacer el conjunto indeformable y más estable.
- Las plataformas se limitarán en todo su contorno con una barandilla sólida de 100 cm.
- Se prohíbe el uso de andamios de borriquetas montadas sobre las plataformas de trabajo.
- Las cargas se izarán hasta la plataforma de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio o torreta sobre ruedas, en prevención de vuelcos de la carga.
- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que puedan originar caídas de los trabajadores.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo, para evitar desequilibrios o balanceos.
- Se prohíbe trabajar o permanecer a menos de cuatro metros de las plataformas de los andamios.
- Se prohíbe arrojar directamente escombros desde las plataformas de los andamios sobre ruedas.
- Se prohíbe trabajar en exteriores bajo régimen de fuertes vientos o lluvias, en prevención de accidentes.
- Se prohíbe transportar personas o materiales sobre las torretas sobre ruedas, sin hacer instalado previamente los frenos antirrodadura de las ruedas.
- Una vez trasladado el andamio, se frenarán las ruedas y se inclinará ligeramente hacia la fachada para mejorar la estabilidad del conjunto.
- En encargado vigilará expresamente el apretado uniforme de las mordazas o rótulas de forma que no quede ningún tornillo flojo.
- No será utilizado hasta que esté autorizado.
- No se deberá eliminar ningún componente de seguridad.
- No montar plataformas con materiales o bidones sobre las plataformas de los andamios. Es peligroso encaramarse sobre ella.
- 

#### SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA GENERALES DE OBRA.

En su caso y con relación a los riesgos evaluados en el entorno de la obra, se instalarán los sistemas de Protección Colectiva que se describen a continuación.

Estos sistemas de Protección Colectiva son aportados por el contratista o encargado de la seguridad general de la obra.

<b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INSTALACIÓN</b>
Barandillas rígidas suficientemente resistentes, con una altura mínima de 1 metro y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas, formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié,  o sistema equivalente.	Se instalarán en todos aquellos puntos en que exista el riesgo de caídas a distinto nivel desde una altura igual o superior a 2 metros, ya sea en huecos en el suelo, huecos en paramentos o en el perímetro de superficies.
Línea de vida para anclar los cinturones de seguridad formada por cable de acero, con fijación en sus dos extremos y soportada a intervalos regulares por puntos de anclaje intermedios formados por tornillos de acero inoxidable con arandela mixta.	Se instalará en todos aquellos puntos donde exista el riesgo de caídas desde altura.
Seguridad integrada: los propios dispositivos de seguridad de las máquinas, herramientas y medios auxiliares.	Todos los equipos de trabajo dispondrán de los elementos de seguridad integrada correspondientes.
Seguridad integrada: las propias instaladas en cuadros y aparatos eléctricos.	Diferenciales, puesta a tierra, doble aislamiento...
Extintor de polvo químico seco polivalente (ABC) de eficacia 21 A 113B.	En acopios de material con riesgo de incendio, cuadros eléctricos y en almacenamiento y manipulación de productos inflamables.
Topes de madera para evitar que la máquina vuelque cuando exista un desnivel.	En la utilización de grúas, camiones y plataformas.

### Señalización preventiva.

La señalización preventiva no sustituirá en ningún momento a las protecciones colectivas.

Para controlar los riesgos generales de la obra, se implantará, en su caso, la señalización siguiente:

<b>SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>IMPLANTACIÓN</b>
Señalización de carácter general: <b>vallado de balizamiento</b>	Delimitar zonas de acopios de material, zonas de circulación de vehículos, zonas con riesgo de caída de materiales y zonas de trabajo con cargas suspendidas.
Señalización de carácter general: <b>señalización general de obra.</b>	Se instalará en la entrada de la obra, en un lugar visible, aportados por el contratista principal o encargado de la Seguridad general de la obra.
Señalización de carácter general: <b>directorio de teléfonos de emergencia.</b>	Se instalarán en la caseta de obra, en un lugar visible desde el exterior.
Señalización de carácter general: <b>actuación en caso de incendio.</b>	Se instalarán en la caseta de obra, en un lugar visible desde el exterior.
Señalización de carácter general: <b>actuación en caso de primeros auxilios.</b>	Se instalarán en la caseta de obra, en un lugar visible desde el exterior.

### Otras señalizaciones generales de obra.

Estos sistemas de señalización general para el entorno son aportados por el contratista principal o encargado de la seguridad general de la obra.

<b>SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>IMPLANTACIÓN</b>
Señalización de advertencia: <b>materiales inflamables.</b>		En acopios de materias inflamables.
Señalización de advertencia: <b>cargas suspendidas.</b>		En el radio de acción de las grúas u otros medios de elevación de cargas y en la entrada de la obra.
Señalización de advertencia: <b>vehículos de manutención.</b>		En las zonas de circulación de vehículos de manutención y en la entrada de obra.
Señalización de advertencia: <b>riesgo eléctrico.</b>		En los cuadros eléctricos principales y secundarios, cuadros de máquinas, y en las partes de la instalación eléctrica con riesgo de contacto.
Señalización de advertencia: <b>caída a distinto nivel.</b>		En los desniveles o huecos con riesgo de caída inferior a 2 m de altura.
Señalización de advertencia: <b>riesgo de tropezar.</b>		En las zonas con desniveles o discontinuidades en el pavimento o terreno.
Señalización de advertencia: <b>peligro indeterminado.</b>		En la entrada de la obra y en zonas donde exista peligro indeterminado por interferencia de varios tajos o alguna otra circunstancia de peligro.
Señalización de advertencia: <b>posible caída de objetos.</b>		En las zonas donde exista el riesgo de caída de objetos por manipulación en altura o desprendimientos.

Señalización de advertencia: <b>peligro de explosión.</b>		En los acopios de materiales explosivos, espacios confinados y presencia de fugas de gases.
Señalización de advertencia: <b>peligro andamio en mal estado.</b>		En aquellas situaciones temporales en que existan andamios en mal estado.
Señalización de prohibición: <b>prohibido fumar.</b>		En los acopios de materias inflamables, tajos con manipulación de éstas y almacén.
Señalización de prohibición: <b>prohibido fumar y encender fuego.</b>		En los acopios de materias inflamables, tajos con manipulación de éstas y almacén.
Señalización de prohibición: <b>prohibido pasar a los peatones.</b>		En la entrada de la obra.
Señalización de prohibición: <b>entrada prohibida a personas no autorizadas.</b>		En la entrada de la obra, en los andamios de acceso a cubierta, ascensores, almacén, etc.
Señales de obligación: <b>protección obligatoria de la vista.</b>		En la entrada de obra.
Señales de obligación: <b>protección obligatoria de la cabeza.</b>		En la entrada de obra.
Señales de obligación: <b>protección</b>		En la entrada de obra.

<p><b>obligatoria de los pies.</b></p>		
<p>Señales de obligación:  <b>protección obligatoria de las manos.</b></p>		<p>En la entrada de obra.</p>
<p>Señales de obligación:  <b>protección individual obligatoria contra caídas.</b></p>		<p>En los lugares en que se deba trabajar amarrado con el arnés de seguridad a una línea de vida o a un punto fijo.</p>
<p>Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:  <b>extintor.</b></p>		<p>En el almacén y en los otros lugares donde estén ubicados.</p>
<p>Señales de salvamento o socorro primeros auxilios.</p>		<p>En la caseta de obra, por la existencia del botiquín, o en otros lugares habilitados para proporcionar primeros auxilios.</p>

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Para la realización de los diferentes trabajos en la obra se utilizarán los equipos de protección individual que se describen a continuación.

<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>		<b>IMPLANTACIÓN</b>
Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo, adecuado a la climatología.		Se deberán utilizar en todos los trabajos.
Botas de seguridad de PVC o goma, con talón y empeine reforzado y suela dentada para evitar deslizamientos.		Se utilizarán para caminar o permanecer sobre suelos embarrados, mojados o inundados.
Casco de seguridad homologado.		Se deberá utilizar en todos los trabajos. Es de uso obligatorio en todo el recinto de la obra.
Guantes de cuero forrados con loneta.		Se utilizarán en todos los trabajos de manipulación de cargas, manejo de herramientas, manipulación de medios auxiliares, cuerdas y materiales de construcción.
Guantes aislantes de electricidad en B.T.		Se utilizarán en trabajos que se deba actuar o manipular circuitos eléctricos de baja tensión.

<p>Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos con montura universal.</p>		<p>Se utilizarán en todas aquellas operaciones en que se produzca proyección o arranque de partículas.</p>
<p>Cinturón portaherramientas.</p>		<p>Se utilizará, como norma general, en todos los trabajos de montaje en los que se deban utilizar herramientas manuales y pequeño material de montaje.</p>
<p>Cinturón de seguridad con dispositivo de anclaje, formado con doble eslinga y absolvedor de energía.</p>		<p>Se utilizarán en todos aquellos casos en que exista el riesgo de caída desde altura.</p>
<p>Tapones o cascos auriculares protectores auditivos.</p>		<p>Se utilizaran ante la presencia de ruido.</p>
<p>Faja de protección contra sobre-esfuerzos dorsolumbares.</p>		<p>Se utilizarán en todos aquellos trabajos de manipulación, carga, descarga y transporte continuado de objetos pesados.</p>
<p>Traje impermeable.</p>		<p>Se utilizará en tiempo húmedo o lluvioso.</p>

<p>Chaleco de alta visibilidad (colores amarillo y naranja).</p>		<p>Se utilizarán en trabajos donde exista riesgo de atropello de vehículos.</p>
--	---	---

#### **4.4. Riesgos en el montaje y desmontaje de los sistemas de protección colectiva.**

##### NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD.

##### Acceso al lugar de trabajo y protecciones colectivas.

- El acceso a la estructura de la cubierta, losa, forjado o marquesina estará prohibido hasta recibir autorización del coordinador de Seguridad y/o Dirección Facultativa.
- Solo se utilizarán accesos verticales que cumplan con las condiciones de seguridad necesarias.
- No se permitirá el tránsito por áreas donde se estén llevando a cabo trabajos en forjados, cubiertas, etc., para prevenir riesgos de caídas.
- Se evitará pasar por debajo de trabajadores que estén realizando tareas en altura.
- El montaje de los cables de vida se realizará desde una plataforma elevadora autopropulsada o andamio metálico tubular, para evitar riesgos de caídas.

##### Alzado de cargas y acopio de materiales.

- Antes de acopiar materiales, es necesario consultar con el encargado sobre el lugar designado para ello, considerando el espacio suficiente y sin obstruir las vías de evacuación o tránsito hacia el área de trabajo.
- Es importante verificar que los materiales almacenados estén colocados de manera estable, en buen estado de conservación y que no sobresalgan en áreas de paso.

##### Operaciones de montaje y desmontaje.

- Solo se permitirá el uso de escaleras de mano y andamios que cumplan con las condiciones de seguridad establecidas en este documento.
- Antes de comenzar el montaje, se revisarán los cables de vida, tensores, cuerdas, etc.
- La instalación del sistema de cables de vida solo será realizada por personal con formación específica.
- El montaje de los sistemas de protección colectiva vertical y horizontal se llevará a cabo desde una plataforma elevadora autopropulsada o desde andamios.
- Una vez instalados, los sistemas de protección colectiva deberán mantenerse en buen estado de uso y conservación.
- Antes de utilizar las redes horizontales, se comprobará que no haya desperdicios o materiales sobre ellas.
- El arnés de seguridad se utilizará en diversas situaciones, como cuando no sea posible reponer o instalar sistemas de protección colectiva de cables de vida desde una plataforma elevadora, para acceder a zonas con riesgo de caída sin protecciones colectivas adecuadas, para manipular medios auxiliares con riesgo de caídas, o cuando no se pueda instalar un sistema de protección colectiva seguro en áreas de trabajo.
- Las tareas en altura deberán interrumpirse en caso de mal tiempo, como lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, sin importar su intensidad.
- Antes de realizar el tensado del cable de acero, se comprobará que esté en buenas condiciones de conservación y bien fijado a puntos resistentes.
- Los puntos de amarre y la fijación definitiva de los soportes se realizarán conforme se monten las

protecciones colectivas. Al finalizar la jornada de trabajo y al concluir el montaje de las protecciones colectivas, se revisarán todos los puntos de amarre, tensado y anclajes.

- Al finalizar la jornada de trabajo, se limpiará la zona y se recogerán las herramientas, que estarán guardadas en cajas portantes.

- Se prestará especial atención durante las operaciones cerca de perfiles metálicos y se verificará el buen estado de los materiales a manipular.

- Se mantendrá una distancia segura de las operaciones que puedan proyectar partículas y de la maquinaria de elevación y transporte de cargas.

- Se evitarán posturas incómodas o forzadas en la medida de lo posible y se utilizará ropa adecuada.

- En caso de altas temperaturas, se dispondrá de agua en el lugar de trabajo para prevenir la deshidratación.

- Al utilizar taladros y roscadoras, se utilizarán gafas protectoras, se sujetará firmemente la herramienta con ambas manos, se usarán brocas apropiadas y se montarán los accesorios correctamente.

- Se asegurará que las máquinas estén limpias de polvo y que posean doble aislamiento eléctrico. Se utilizarán cables de alimentación completos y sin empalmes, y se usarán mascarillas y protectores acústicos según sea necesario. Si es necesario reparar la herramienta, se deberá contar con conocimientos especializados y el material de recambio adecuado.

#### SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.

En su caso y con relación a los riesgos evaluados en el montaje y desmontaje de protecciones colectivas, se instalarán sistemas de Protección Colectiva que se describen a continuación:

<b>SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>INSTALACIÓN</b>
Línea de vida para anclar los cinturones de seguridad formada por cable de acero, con fijación en sus dos extremos y soportada a intervalos regulares por puntos de anclaje intermedios formados por tornillos de acero inoxidable con arandela mixta.	Se instalará en todos aquellos puntos donde exista el riesgo de caídas desde altura.
Seguridad integrada: los propios dispositivos de seguridad de las máquinas, herramientas y medios auxiliares. Seguridad integrada, formada por barandillas de protección en la plataforma elevadora.	Todos los equipos de trabajo dispondrán de los elementos de seguridad integrada correspondientes.

### **Equipos de protección individual.**

Para la realización de los trabajos de montaje y desmontaje de protecciones colectivas se utilizarán los equipos de protección individual que se describen.

<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>IMPLANTACIÓN</b>
Ropa de trabajo cubriendo la totalidad del cuerpo y que como norma general cumplirá los requisitos mínimos siguientes: será tejido ligero flexible, que permita una fácil limpieza y desinfección. Se ajustará bien al cuerpo sin perjuicio de su comodidad y facilidad de movimientos.	Se deberá utilizar en todos los trabajos.
Botas de seguridad para riesgos de origen mecánico.	Se deberá utilizar, como norma general, en todos los trabajos.
Casco de seguridad con barbuquejo homologado	Se deberá utilizar en todos los trabajos.

Guantes de cuero flor y loneta.	Se utilizarán en todos los trabajos de manejo de herramientas, manipulación de medios auxiliares, cuerdas y materiales de construcción.
Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos con montura universal.	Se utilizarán en todas aquellas operaciones en que se produzca proyección de partículas.
Cinturón de seguridad.	Se utilizará en todos aquellos casos previstos, ante la imposibilidad de instalación de protecciones colectivas.
Tapones o cascos auriculares protectores auditivos.	Se utilizarán en el empleo de tronzadora radial, taladro y roscadora.
Faja de protección contra sobreesfuerzos.	Se utilizará en todos aquellos trabajos de manipulación, carga, descarga y transporte de objetos pesados.

#### 4.5. Riesgo en el montaje de la instalación eléctrica.

##### RIESGOS IDENTIFICADOS.

- - Riesgo de caídas a diferentes niveles: debido a trabajos en altura, protecciones colectivas en mal estado, áreas de tránsito sin iluminación y con aberturas, uso de escaleras de mano, superficies irregulares, colapso de estructuras, entre otros factores.
- - Riesgo de caídas en el mismo nivel: causado por terrenos irregulares, escombros, barro, materiales dispersos, etc.
- - Riesgo de caída de objetos por desplome o derrumbamiento: debido a un acopio inadecuado de materiales, mal uso de materiales en mal estado, desprendimiento de tierras, eslingado insuficiente, etc.
- - Riesgo de caída de objetos por manipulación: al transportar y recibir objetos.

- - Riesgo de caída de objetos desprendidos: como aludes de rocas y materiales sueltos por vibraciones, cargas suspendidas en ganchos de grúas, entre otros.
- - Riesgo de pisadas sobre objetos punzantes: debido a la falta de orden y limpieza en el puesto de trabajo y otros factores.
- - Riesgo de choques contra objetos inmóviles: como materiales y maquinaria.
- - Riesgo de choque contra objetos móviles de máquinas: al entrar en contacto con partes móviles de maquinaria, herramientas o medios auxiliares.
- - Riesgo de golpes por objetos o herramientas: causados por golpes con herramientas o materiales que se utilizan o transportan.
- - Riesgo de proyección de fragmentos y partículas: debido a operaciones con tronzadoras, radiales, soldaduras y otros factores que puedan generar este riesgo.
- - Riesgo de atrapamiento por o entre objetos: debido a la falta de resguardos en máquinas y otros factores.
- - Riesgo de atrapamiento por vuelco de máquinas.
- - Riesgo de sobreesfuerzos: causado por posturas inadecuadas o forzadas.
- - Riesgo de contacto térmico: por el uso inadecuado de mecheros en operaciones de calentamiento y otros factores.
- - Riesgo de contactos eléctricos: al entrar en contacto con cuadros eléctricos, cables con tensión, servicios afectados y otros factores.
- - Riesgo de explosiones: debido al uso inadecuado de elementos a presión y fumar cerca de materiales inflamables, entre otros.
- - Riesgo de incendios: causado por fumar en zonas inadecuadas, soldaduras, radiales y otros factores.
- - Riesgo de exposición a agentes físicos (ruido, vibraciones, etc.): debido al uso de herramientas como taladros, roscadoras,

tronzadoras radiales, etc., y otros factores.

### NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD.

Para la realización de los trabajos de montaje de la instalación eléctrica se deberán seguir las siguientes normas de seguridad:

#### Acceso al lugar de trabajo y protecciones colectivas.

- - Se evitará transitar por áreas donde exista el riesgo de caída a diferentes niveles debido a la falta o mal estado de protecciones colectivas.
- - Todos los desniveles u oberturas que puedan implicar el riesgo de caída de personas se protegerán con barandillas u otros sistemas equivalentes. Esto incluye las aberturas en superficies de tránsito y en paredes u otros cerramientos que supongan un riesgo.
- - No se permitirá transitar por zonas donde se estén realizando trabajos en forjados, cubiertas, etc., para prevenir el riesgo de caída de objetos por desplome o derrumbamiento. Solo se podrá hacerlo una vez que el encargado haya supervisado los trabajos y lo autorice.
- - Está prohibido utilizar cuerdas o cadenas con banderolas u otros elementos de señalización como protección contra caídas.
- - Se mantendrá una distancia de seguridad respecto a la maquinaria de elevación y transporte de cargas.
- - Se evitará pasar por debajo de operarios que estén trabajando en altura.
- - No se permitirá el uso de escaleras de mano o andamios sobre borriquetas en lugares con riesgo de caídas desde altura durante trabajos eléctricos, a menos que se hayan instalado protecciones de seguridad adecuadas previamente.
- - Cuando sea posible, se utilizará una plataforma elevadora para

la ejecución de la instalación en el interior de naves y locales, previa autorización de la Dirección Facultativa, con el fin de evitar el riesgo de hundimiento por sobrecarga.

- - En caso de que el uso de plataforma no sea factible, se utilizarán escaleras y andamios que cumplan con todas las normas de seguridad establecidas en el apartado de riesgos generales de obra.

### **Trabajos en el montaje de la instalación.**

- - Los trabajos de montaje de la instalación eléctrica solo serán realizados por trabajadores autorizados y con formación específica para esta tarea.
- - Durante la fase de apertura y cierre de rozas, se mantendrá el orden y la limpieza en la obra para evitar riesgos de pisadas o tropezones.
- - El montaje de aparatos eléctricos será llevado a cabo exclusivamente por personal especializado para prevenir riesgos asociados a montajes incorrectos.
- - La iluminación en los lugares de trabajo no será inferior a 100 lux, medidos a 2 metros del suelo.
- - Para la iluminación mediante portátiles, se utilizarán portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- - Está prohibido conectar cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin utilizar clavijas macho-hembra.
- - Las herramientas utilizadas por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante normalizado para evitar contactos indirectos.
- - Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica del edificio, el último cable que se instalará será el que va del cuadro general al de la "compañía suministradora", manteniendo en un lugar seguro los mecanismos necesarios para

la conexión, que serán los últimos en instalarse.

- - Antes de realizar las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica, se informará a todo el personal de la obra para evitar accidentes.
- - Previo a poner en carga la instalación, se realizará una revisión exhaustiva de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes.
- - Al finalizar la jornada de trabajo, se limpiará la zona de trabajo y se recogerán las herramientas.
- - Las herramientas de trabajo serán almacenadas en cajas portantes para evitar pisadas o caídas sobre alguien.
- - Se procurará evitar posturas incómodas en la medida de lo posible.
- - Durante la utilización de herramientas manuales y manipulación de cables, se deberán utilizar guantes de protección.
- - Se prestará especial atención a las operaciones cercanas a la estructura y a elementos colgantes del techo para evitar atrapamientos.
- - En la instalación de receptores, bandejas, regletas o cableados, se asegurará su fijación al finalizar el montaje.

### **Trabajos posteriores al montaje de la instalación eléctrica (reparación, ampliación y comprobación de líneas, etc.**

- Todos los trabajos que impliquen riesgo eléctrico y se realicen sobre la instalación eléctrica o en su cercanía, deberán llevarse a cabo sin tensión, salvo en los siguientes casos:
  - Operaciones básicas como conectar y desconectar en instalaciones de baja tensión, utilizando material eléctrico diseñado para un uso inmediato y seguro.
  - Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones que lo requieran por su naturaleza.

- Trabajos en o cerca de instalaciones cuya operación o continuidad del suministro lo exijan.
- Si es necesario realizar trabajos en tensión según los casos mencionados, se seguirán las pautas establecidas en el R.D. 614/2001.
- Las operaciones para dejar sin tensión una instalación antes de iniciar el trabajo sin tensión, así como la reposición de la tensión al finalizarlo, serán realizadas por trabajadores autorizados. En instalaciones de alta tensión, dichos trabajadores deberán ser cualificados.

### **PRESUPUESTO**

El presupuesto de seguridad y salud queda englobado dentro del Documento Número 4. Presupuesto, del presente proyecto. Dentro del Capítulo 8. Seguridad y Salud, ascendiendo a un precio de ejecución material de VEINTE UN MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS (21.358,40 €).

#### **SEGURIDAD Y SALUD**

- PROTECCIONES INDIVIDUALES 2.101,38 €
- PROTECCIONES COLECTIVAS 8.965,90 €
- SEÑALIZACIÓN, PROTECCIONES ELÉCTRICAS Y DE INCENDIOS 1.743,73 €
- INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR 5.995,80 €
- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS 1.300,99 €
- FORMACIÓN MANO DE OBRA 381,60 €

Total 8 SEGURIDAD Y SALUD : 21.358,40 €

# ANEJO 3: Gestión de Residuos



---

## ÍNDICE

---

1.	Introducción .....	5
2.	Identificación e inventario de residuos según la Orden MAM/204/2002 .....	6
2.1.	Residuos asimilables a urbanos .....	8
2.2.	Residuos inertes.....	8
2.3.	Residuos peligrosos.....	9
3.	Estimación de la cantidad de residuos.....	9
4.	Medidas para la prevención y separación de residuos de construcción y demolición 12	
4.1.	Medidas para la prevención de residuos en obra.....	12
4.2.	Medidas para la separación de residuos en obra .....	13
4.3.	Operaciones de reutilización, valorización o eliminación de residuos.....	16
4.3.1.	Medidas de reutilización .....	16
4.3.2.	Medidas de valoración o eliminación de residuos.....	17
5.	Prescripciones Técnicas Particulares en relación con los Residuos dentro de la Obra. 19	
6.	Valoración del coste previsto de la gestión de residuos.....	21



## **1. INTRODUCCIÓN**

Este estudio sobre la gestión de residuos de construcción y demolición se lleva a cabo en respuesta a la implementación del Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, que regula la Productividad y Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

Si reducimos los residuos generados habitualmente por los edificios, disminuirémos los costos de operación, necesitaremos adquirir menos materias primas y se beneficiará el medio ambiente global.

A modo de ejemplo, en la Unión Europea, según datos de finales de los años 90, la construcción y demolición generan aproximadamente una tonelada de residuos por persona y año. Existe también la tendencia de utilizar vertederos para la disposición de los residuos, pero estos son costosos y tienen un gran impacto ambiental.

El primer paso para mejorar esta situación consiste en reducir la generación de residuos. De esta manera, se lograrán otras mejoras ambientales, disminuyendo la cantidad enviada a vertederos o plantas de reciclaje, y con ello, también la energía y recursos necesarios para el transporte.

Por otro lado, si reutilizamos los residuos, también reducirémos la necesidad de materias primas, evitando el desperdicio de recursos naturales y energía, y posiblemente alcanzando mejoras económicas.

En general, para mejorar la gestión ambiental de los residuos, es importante priorizar alternativas que reduzcan progresivamente el impacto de las acciones posibles, como por ejemplo:

- 1) Minimizar en lo posible el uso de materias primas.
- 2) Reducir los residuos generados.
- 3) Reutilizar los materiales excedentes o extraídos.

- 4) Reciclar los residuos producidos.
- 5) Recuperar energía de los residuos.
- 6) Minimizar la cantidad de residuos enviada al vertedero.

Todos los agentes que intervienen en el proceso deben desarrollar su actividad con estos objetivos y en este orden, concentrando su atención en reducir las materias primas necesarias y los residuos originados.

Se deberá conocer la cantidad de residuos que se producirán, sus posibilidades de valorización y el modo de realizar una gestión eficiente, con el fin de planificar las obras de construcción y de demolición.

## **2. IDENTIFICACIÓN E INVENTARIO DE RESIDUOS SEGÚN LA ORDENMAM/204/2002**

En el contexto de la nave de Crevillente, los residuos que se generarán pueden agruparse en tres categorías principales: Residuos Asimilables a Urbanos (RAU), Residuos Inertes (RI) y Residuos Peligrosos (RP).

Los Residuos Asimilables a Urbanos (RAU) son aquellos que, aunque se generan en la industria o la construcción, tienen una composición similar a los residuos domésticos, como papel, cartón, plástico, materia orgánica, vidrio y hierro. Estos residuos son altamente reciclables, por lo que su gestión se enfocará siempre hacia la valorización material.

Los Residuos Inertes (RI) son de origen pétreo y se caracterizan por su estabilidad química, no experimentando reacciones redox, siendo insolubles en agua y no combustibles. Debido a su baja lixiviabilidad, su eliminación o vertido requiere condiciones diferentes a las aplicables para los otros tipos de residuos.

Los Residuos Peligrosos (RP) son aquellos que poseen características peligrosas, como ser inflamables, tóxicos, corrosivos, entre otros. Estos residuos necesitan un tratamiento y gestión específicos y se pueden identificar fácilmente por los pictogramas de riesgo presentes en sus contenedores o envases.

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

En el Estudio de Gestión de Residuos actual, se cuantificarán y determinarán las medidas para minimizar, separar, valorizar y eliminar, en su caso, los residuos generados durante la ejecución de las obras. Los RAU y RP, al ser difíciles de cuantificar anticipadamente, se tratarán de manera distinta a los residuos inertes que han sido cuantificados previamente. Solo se cuantificarán los principales materiales que podrían superar las cantidades exigidas por la normativa, como hormigón, madera, plástico y papel y cartón.

En la tabla proporcionada a continuación, se han recogido estos residuos, estableciendo una clara distinción entre los residuos no peligrosos y los peligrosos. Además, se clasifican en orden descendente según su código LER y el capítulo al que pertenecen, siguiendo las directrices de la ORDEN MAM/304/2002, de 8 de febrero, que publica las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos.

<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>	
<b>RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS</b>	<b>CÓDIGO LER</b>
Caucho natural y sintético: neumáticos, juntas de goma, etc.	16 01 03
Madera: embalajes, pallets deteriorados, restos de encofrado, puntas de marcación, etc.	17 02 01 20 01 38
Plásticos: restos PVC, poliestireno expandido de embalajes, poliuretano, neoprenos, restos de balizamiento, PP, PEAD.	17 02 03
Vidrio (aunque de origen pétreo): envases, etc.	17 02 02 20 01 02
Residuos metálicos: envases metálicos no peligrosos, despuntes de ferralla, electrodos de soldadura, chapas, cables de cobre, restos de tubería, varillas, restos acero corrugado, etc.	17 04 01 17 04 02 17 04 05 17 04 11 20 01 40
Residuos de oficina e instalaciones de obra (papel, cartón, etc.)	20 01 01
Basura general (comedor)	20 01 08
<b>RESIDUOS INERTES</b>	<b>CÓDIGO LER</b>
Restos de hormigón cemento y mortero (fraguados)	17 01 01
Restos de elementos demolidos, defectuosos o sobrantes (aceras, calzadas, etc.)	17 01 07 17 09 04
Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 17 03	17 03 02

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

02	
Tierras sobrantes	17 05 04
Restos de áridos (arena, grava, gravilla, etc.)	17 05 04

Tabla 1. Residuos No Peligrosos. Susceptibles a producirse en obra.

<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS (RP)</b>	<b>CÓDIGO LER</b>
Aerosoles: spray de marcación topográfica, sprays de limpieza, etc.	16 05 04*
RP con metales: pilas botón de calculadoras, baterías níquel-cadmio de móviles, baterías de plomo - H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> de automoción, tubos fluorescentes, tubos de mercurio, electrodos de soldadura con	16 06 01* 16 06 02* 16 06 03*

<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	
<b>RESIDUOS PELIGROSOS (RP)</b>	<b>CÓDIGO LER</b>
contenido >3% (w:w), etc.	20 01 21*
Envases metálicos o plásticos que hayan contenido alguna sustancia peligrosa, al igual que los depósitos	17 02 04* 17 04 09*
Mezclas bituminosas que contiene alquitrán de hulla	17 03 01*
Alquitrán de hulla de productos alquitranados	17 03 03*
Tierras contaminadas con alguna sustancia peligrosa (aceites, hidrocarburos, etc.)	17 05 03*
Restos de aditivos de hormigón: impermeabilizantes, acelerantes, retardantes, fluidificantes, plastificantes, etc.	17 09 03*
Restos de: desencofrante, pintura, disolvente, barnices, líquidos decurado, grasas, aceites lubricantes, emulsiones, anticongelantes, detergentes, masillas de sellado, resinas epoxi, etc.	17 09 03*

Tabla 2. Residuos Peligrosos. Susceptibles a producirse en obra.

## 2.1. RESIDUOS ASIMILABLES A URBANOS

Los residuos asimilables a urbanos generados durante la obra serán recogidos diariamente en los puntos de generación dentro de los lugares de trabajo y trasladados a áreas de almacenamiento específicamente acondicionadas para tal fin. Todo este proceso se llevará a cabo siguiendo criterios de seguridad e higiene para evitar mezclas, vertidos, diluciones, extravíos u otros incidentes.

La ubicación del área donde se depositarán los residuos que no sean asimilables a los inertes producidos durante las operaciones de construcción será determinada por el Director de Obra.

Una vez que los residuos hayan sido separados, clasificados y cuantificados, procederemos a su gestión, teniendo siempre presente las alternativas de reutilización y reciclado, ya que son vías efectivas para lograr el objetivo final de minimización de residuos.

## **2.2. RESIDUOS INERTES**

En relación con la cantidad de residuos identificados en este estudio, se detallan en el apartado 4.3.2 distintas estrategias dirigidas tanto a reducir al mínimo la generación de residuos como a mejorar la gestión de los mismos, siempre con el objetivo final de reutilización. En último término, si no es posible reutilizarlos, los residuos se destinarán a un vertedero controlado.

El presupuesto destinado a la gestión de residuos incluye el costo del vertido de tierras sobrantes en un vertedero, en el caso de que no puedan ser reutilizadas y necesiten ser depositadas en un vertedero controlado.

## **2.3. RESIDUOS PELIGROSOS**

Los residuos generados en la obra serán recogidos a diario desde los puntos de generación ubicados en los diferentes lugares de trabajo. Posteriormente, serán trasladados a áreas de almacenamiento especialmente acondicionadas para este propósito, siguiendo estrictos criterios de seguridad e higiene. Este enfoque garantizará que se eviten mezclas, vertidos, diluciones, extravíos y otros incidentes no deseados.

La ubicación del área donde se depositarán los residuos que no sean asimilables a los inertes producidos durante las operaciones de construcción será determinada y establecida por el Director de Obra.

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

---

Una vez que los residuos hayan sido separados, clasificados y cuantificados, se procederá a su gestión, siempre teniendo en cuenta las posibilidades de reutilización y reciclado como medios para lograr el objetivo final de minimización.

El presupuesto adjunto contempla una retirada mensual de todos estos residuos desde el área de depósito, llevada a cabo por un gestor autorizado.

### **3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS.**

Debido a la dificultad de cuantificar los residuos generados en la obra de Residuos Asimilables a Urbanos (RAU) y Residuos Peligrosos (RP), tal como se menciona en los apartados anteriores, el presupuesto contemplará la recogida diaria y selectiva de los RAU por parte de un gestor autorizado, así como la retirada mensual de los RP, también por un gestor autorizado.

Es importante destacar que la gestión económica de los RAU y RP resulta prácticamente insignificante en comparación con los residuos inertes, que incluyen el movimiento de tierras y los restos de elementos sobrantes o defectuosos de las obras. Esta es la razón por la cual no se cuantifican específicamente los RAU y RP, salvo en el caso de fracciones específicas como hormigón, plásticos y papel y cartón, que son más comunes en la obra.

En cuanto al objetivo del presente documento, que implica la construcción de la nave industrial en la parcela especificada, los residuos de construcción que se generarán durante la ejecución son los siguientes:

1. Tierra vegetal: Material retirado durante el despeje y desbroce de la parcela existente, con un espesor de 0,20 metros. Parte de este material se podrá utilizar en la creación de áreas ajardinadas debido al estado de abandono de la parcela.

2. Material procedente de la excavación (aproximadamente 1,00 metro): Este terreno deberá ser retirado de la parcela debido a su alto contenido en materia orgánica, lo que lo hace inapropiado para la construcción.

3. Material procedente de la excavación de zanjas: Después del aporte de tierra seleccionada, se llevará a cabo la excavación de zanjas para los distintos servicios. Un 20% de este material no será utilizable después de extraerlo de las zanjas.

4. Material procedente de la excavación de cimentaciones: Al igual que en el caso anterior, después del aporte de tierra seleccionada, se llevará a cabo la excavación de la cimentación de la nave industrial y los muros de contención. En este caso, se estima que el 80% del material restante será aprovechable.

La siguiente tabla proporciona una estimación aproximada de la cantidad de residuos inertes que se generará durante el desarrollo de las obras, así como los principales materiales susceptibles de exceder las cantidades estimadas en el RD 105/2008. La estimación se ha presentado en volumen (metros cúbicos - m<sup>3</sup>) y en toneladas (t).

<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>					
<b>17. Residuos de la construcción y demolición (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)</b>					
<b>170201</b>	<b>Madera</b>				
<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Med</b>	<b>%res</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (t)</b>
Ud	Pallets de embalaje	100,00	100,00%	200,00	1,20
<b>Total</b>				<b>200,00</b>	<b>1,20</b>
<b>170504</b>	<b>Hormigón</b>				
<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Med</b>	<b>%res</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (t)</b>
m <sup>3</sup>	Restos de hormigón cemento y mortero (fraguados)	389,43	5,00%	34,08	29,21
<b>Total</b>				<b>34,08</b>	<b>29,21</b>
<b>170504</b>	<b>Tierras y piedras distintas a las especificadas en el código 170503</b>				
<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Med</b>	<b>%res</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (t)</b>
m <sup>2</sup>	Tierra vegetal procedente del desbroce (0,2 m)	11170,0	80,00%	2323,36	2680,80

## Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente

		0			
m3	Tierra procedente de la excavación	9500,00	100,00%	12350,00	14250,00
m3	Tierra procedente de la excavación de zanjas	569,65	20,00%	148,11	170,89
m3	Tierra procedente de la excavación de cimentaciones	298,15	80,00%	310,08	357,78
<b>Total</b>				<b>15131,54</b>	<b>17459,47</b>
<b>170203</b>	<b>Plásticos</b>				
<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medición</b>	<b>%res</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (t)</b>
Ud	Embalajes de plástico	100,00	100,00%	15,00	0,50
<b>Total</b>				<b>15,00</b>	<b>0,50</b>
<b>20. Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente</b>					
<b>200101</b>	<b>Papel y cartón</b>				
<b>Unidad</b>	<b>Concepto</b>	<b>Medición</b>	<b>%res</b>	<b>V (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Peso (t)</b>
Kg	Papel de oficina y embalajes de varios cartones	50,00	20,00%	0,20	10,00
<b>Total</b>				<b>0,20</b>	<b>10,00</b>

Tabla 3. Estimación de la cantidad de residuos NO PELIGROSOS en metros cúbicos y toneladas.

## 4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS DECONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

### 4.1. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

Las medidas para prevenir la generación de residuos en la obra son las siguientes:

- a) Se elegirán empresas contratistas y subcontratistas que cuenten con un sistema de gestión medioambiental certificado (ISO 14002 o EMAS).
- b) Todos los involucrados en la obra deberán conocer sus responsabilidades respecto a los residuos y cumplir las órdenes y normas de la Dirección Técnica. Los manuales de buenas prácticas ambientales para la obra incluirán explícitamente la reducción de residuos siempre que

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

---

sea posible.

c) Se optimizará la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra, evitando excesos que puedan generar residuos sobrantes.

d) Se almacenarán los materiales fuera de las zonas de tránsito de la obra, bien embalados y protegidos hasta su uso, para evitar roturas y la consecuente generación de residuos.

e) Se dispondrán contenedores especializados para la clasificación de los residuos.

f) Se acopiarán los materiales fuera de las zonas de tránsito de la obra, protegiéndolos adecuadamente para prevenir roturas y la generación de residuos.

g) Todos los contenedores, sacos, depósitos y recipientes de almacenaje y transporte de los residuos deberán llevar etiquetas adecuadas.

h) Se llevará a cabo la separación en origen, en la medida de lo posible, de los residuos peligrosos presentes en los residuos de construcción.

i) Se dará preferencia a los productos con mayor durabilidad o vida útil.

j) Se favorecerán los métodos constructivos que reduzcan la generación de residuos pétreos, o en caso de producirse, se contará con maquinaria en la obra para el machaqueo de dichos residuos, como zanjadoras.

## **4.2. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA**

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior.

Los residuos 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 siguientes cantidades:

<b>Límite marcado en el RD 105/2008 para la separación obligada por fracciones</b>	
<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>UMBRAL SEGÚN NORMA (t)</b>
Hormigón	80,00
Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00
Metal	2,00
Madera	1,00
Vidrio	1,00
Plástico	0,50
Papel y cartón	0,50

Tabla 4. Límite separación obligada de fracciones. (Fuente: RD 105/2008)

En relación con los residuos en la obra, se establecen medidas para aquellos que no superen las cantidades establecidas en la normativa, las cuales, aunque no sean obligatorias, resultan muy recomendables. A continuación, se mencionan algunas de estas medidas:

a) Se utilizarán contenedores adecuados que permitan la separación selectiva de los residuos en el momento de su producción, y se etiquetarán dichos contenedores.

b) Se evitará que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen con otros y los contaminen. Los residuos deberán depositarse en contenedores, sacos o depósitos adecuados.

c) Los contenedores y otros recipientes de contención se etiquetarán con el Código LER del producto según lo establecido en la Orden MAM-304-2002, así como con el nombre del producto, para asegurar la comprensión de todo el personal presente en la obra.

d) Si es necesario, se utilizará un etiquetado más amplio para brindar mayor información a los trabajadores.

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

En cuanto a los residuos generados durante el desarrollo de las obras, se destacan los siguientes:

1. RCD correspondientes a la familia de "Tierras y Pétreos de la Excavación": Se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto y las pautas del Estudio Geotécnico del suelo donde se realizará la excavación. Se almacenarán sobre una base dura para reducir desperdicios y se separarán de contaminantes potenciales.

2. RCD de "Naturaleza Pétreo": Se evitará generar sobrantes de producción durante el proceso de fabricación, devolviendo al proveedor las partes del material que no se utilizarán. Se almacenarán sobre una base dura para reducir desperdicios y se separarán de contaminantes potenciales.

3. RCD de "Grava, y Rocas Trituradas" y "Arena y Arcilla": Se procurará reducirlos al mínimo posible y, si es factible, se reutilizarán en otras partes de la obra. Se almacenarán sobre una base dura para reducir desperdicios y se separarán de contaminantes potenciales.

4. RCD de "Naturaleza No Pétreo": Se tendrán en cuenta sus características cualitativas, cuantitativas y funcionales.

5. Residuos derivados de la "Madera": Se replanteará su uso junto con el carpintero para minimizar la cantidad de piezas utilizadas. Se almacenarán en un lugar cubierto para protegerlos de la lluvia y se dispondrán contenedores, ya que se supera la fracción establecida en el RD-105-2008.

6. Elementos Metálicos, incluidas sus aleaciones: Se pedirán solo los necesarios para los trabajos y se almacenarán en su embalaje original hasta su uso. También se dispondrán contenedores para su separación.

7. Hierro y Acero: Se aportarán todas las secciones y dimensiones fijas del taller, evitando trabajos dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes Kits prefabricados. Se almacenarán en lugar cubierto y también se dispondrán contenedores para su separación.

8. Residuos de envasados como "Papel o Plástico": Se solicitará a los

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

proveedores que reduzcan el número de embalajes innecesarios. Se ubicarán contenedores dentro de la obra para su almacenamiento, cumpliendo con la normativa establecida en el RD-105-2008.

9. Aporte de “Hormigón”: Se intentará utilizar solo la cantidad necesaria, y en caso de haber sobrante, se utilizará en otras partes de la obra. Se almacenará sobre una base dura, disponiendo de contenedores para su segregación.

10. Mezclas Bituminosas: Se solicitarán cantidades adecuadas para evitar sobrantes innecesarios. Se planificará la forma de ejecución para minimizar los desperdicios.

### **4.3. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS**

#### **4.3.1. MEDIDAS DE REUTILIZACIÓN**

- **Productos a utilizar en la obra que provienen de un proceso de reciclado o reutilización superior a un 50%.**

Los materiales más relevantes que se van a emplear en obra y que pueden provenir de un proceso de reutilización son:

- Materiales procedentes de la demolición de obras.** Además de las propias tierras de excavación, los restos de ladrillo, hormigón y productos.
- Materiales procedentes de la excavación.** Se podrán utilizar como zahorras para bases, subbases y explanada. Zahorras para nivelación de terrenos, materiales de relleno de arcenes y zanjas.
- Zahorra.** Se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos subproductos y productos inertes de desechos, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas en el Pliego.
- Hormigón.** Se podrá utilizar residuos procedentes de la fabricación de hormigón preparado o residuos de construcción y demolición siempre que cumpla las prescripciones técnicas exigidas en el Pliego.

## Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente

- e) **Betunes asfálticos.** Procedentes de la trituración de los neumáticos usados, siempre que sea técnica y económicamente viable y lo autorice la Dirección de Obra.
  - f) **Gravas de árido grueso y fino.** Provenientes de demolición o de reciclado de hormigón siempre que cumplan prescripciones técnicas exigidas en el Pliego.
  - g) **Madera.** Podrá proceder de reciclaje (encofrados, moldes, etc.), siempre que sus condiciones físicas y/o mecánicas se hayan visto modificadas y lo autorice la Dirección de Obra.
  - h) **Materiales para áreas de servicios:** Puertas, ventanas, revestimientos de paneles ligeros, etc.
- **Productos a utilizar en la obra que provienen de un proceso de reciclado o reutilización superior a un 50%.**
    - **Son potencialmente reciclables:** Materiales pétreos: Hormigón en masa, armado o precomprimido, piedra natural, gravas y vidrio. Materiales metálicos: Plomos, cobre, hierro, acero, fundición, cinc, aluminio, etc. Plásticos, madera, asfalto, neopreno y betunes.
    - **Son potencialmente reutilizables:** Tierras fértiles de la propia obra, puertas, ventanas, revestimientos de paneles ligeros, elementos prefabricados, chapas, mamparas, moldes, barandillas maquinaria de climatización y mobiliario fijo de aseos, de las instalaciones auxiliares.

### 4.3.2. MEDIDAS DE VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

La única medida de valorización factible en obra consistirá en la reutilización de los restos vegetales procedentes del desbroce (residuos de la selvicultura).

Los residuos se entregaran a un **Gestor de Residuos de la Construcción** no realizándose pues ninguna actividad de eliminación directa en obra. Por lo tanto, el Plan de Gestión de Residuos preverá la contratación de Gestores de Residuos autorizados para su correspondiente retirada y tratamiento posterior.

A continuación se presenta una tabla en la que se recoge el **tratamiento y destino**

previsto para cada uno de los residuos considerados.

<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>			
<b>TIPOLOGÍA DE RESIDUOS</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Hormigón</b> (Código LER 17 01 01)	34,08	Sin tratamiento específico Almacenado temporal Reciclado	Gestor autorizado
<b>Restos de elementos demolidos defectuosos</b> (Código LER 17 01 07 / 17 09 08)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Madera</b> (Código LER 17 02 01)	200,00	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Vidrio</b> (Código LER 17 02 02 / 20 01 02)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Plásticos</b> (Código LER 17 02 03)	15,00	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado

<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b>			
<b>TIPOLOGÍA DE RESIDUOS</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Mezclas bituminosas (Código LER 17 03 02)</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Residuos metálicos (Código LER 17 04 01)</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Cables distintos de los especificados en el Código 170410 (Código LER 17 04 11)</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Tierras y piedras distintas de las especificadas en el Código 170503 (Código LER 17 05 04)</b>	15131,54	Sin tratamiento específico Almacenado temporal Reciclado	Gestor autorizado
<b>Papel y cartón (Código LER 20 01 01)</b>	0,20	Sin tratamiento específico Almacenado temporal Reciclado	Gestor autorizado
<b>Basura general (Código LER 20 01 08)</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal Reciclado	Gestor autorizado

Tabla 5. Tratamiento y destino de residuos. No peligrosos.

<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
<b>TIPOLOGÍA DE RESIDUOS</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Aerosoles (Código LER 16 05 04*)</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Residuos peligrosos con metales con metales (Código LER 16 06 01* /16 06 02* / 16 06 03* / 20 01 21*)</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Envases metálicos o plásticos que hayan contenido alguna sustancia peligrosa, al igual que los depósitos</b>	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado

## Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente

(Código LER 17 02 04* / 17 0209*)			
<b>Mezclas bituminosas que contiene alquitrán de hulla</b> (Código LER 17 03 01*)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Alquitrán de hulla de productos alquitranados</b> (Código LER 17 03 03*)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Tierras contaminadas con alguna sustancia peligrosa (aceites, hidrocarburos, etc.)</b> (Código LER 17 05 03*)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado

<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>			
<b>TIPOLOGÍA DE RESIDUOS</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Restos de aditivos de hormigón: impermeabilizantes, acelerantes, retardantes, fluidificantes, plastificantes, etc.</b> (Código LER 17 09 03*)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado
<b>Restos de: desencofrante, pintura, disolvente, barnices, líquidos de curado, grasas, aceites lubricantes, emulsiones, anticongelantes, detergentes, masillas de sellado, resinas epoxi, etc.</b> (Código LER 17 09 03*)	-	Sin tratamiento específico Almacenado temporal	Gestor autorizado

Tabla 6. Tratamiento y destino de residuos. Peligrosos.

---

## **5. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES EN RELACIÓN CON LOS RESIDUOS DENTRO DE LA OBRA.**

Se establecen las siguientes disposiciones específicas para la gestión de residuos en el proyecto:

- i. La empresa adquirirá materiales de proveedores que cuenten con certificados de explotación sostenible. Los proveedores con certificaciones ISO 14001 y/o EMAS deberán garantizar mejoras ambientales continuas en sus procesos.
- ii. Se prohíbe el depósito en vertederos de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a algún tratamiento previo.
- iii. El depósito temporal de residuos valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc.) en contenedores o acopios debe estar señalizado y separado adecuadamente del resto de los residuos.
- iv. Los contenedores deben tener colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda reflectante de al menos 15 centímetros a lo largo de su perímetro. Deben llevar información como la razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor/envase y el número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor. Esta información también debe estar presente en los sacos industriales u otros elementos de contención.
- v. El responsable de la obra debe tomar medidas para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma en los contenedores. Los contenedores deben permanecer cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo para evitar que se depositen residuos no relacionados con la obra.
- vi. En el equipo de obra se establecerán los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación para cada tipo de residuo de construcción y demolición.
- vii. Deben cumplirse los criterios municipales establecidos, como ordenanzas o licencias de obras, especialmente si requieren la separación en origen de ciertos materiales para reciclaje o deposición. Si es necesario, el contratista debe evaluar económicamente la viabilidad de estas operaciones y considerar las posibilidades reales de llevarlas a cabo. La decisión final y su

## Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente

justificación ante las autoridades locales o autonómicas serán responsabilidad de la Dirección de Obras.

viii. Al contratar la gestión de los residuos de construcción y demolición, se debe asegurar que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera, etc.) cuente con la autorización correspondiente de la entidad competente en Medio Ambiente. Solo se deben contratar transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros pertinentes. Se realizará un estricto control documental, y los transportistas y gestores de residuos deberán proporcionar comprobantes de cada retirada y entrega en el destino final. Para aquellos residuos que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá presentar evidencia documental del destino final.

ix. Se evitará la contaminación de plásticos y restos de madera con productos tóxicos o peligrosos para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

x. Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas por el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

## 6. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se establece una estimación del **coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición**, coste que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte.

En rasgos generales, se ha previsto el presupuesto de la contratación de un gestor en función del volumen y del tipo de material a gestionar. Así como, el coste del alquiler de contenedores, que almacenarán los residuos peligrosos y la fracción de madera, plástico y papel y cartón, ya que sobrepasamos los límites establecidos por el RD-105-2008.

TIPO DE RESIDUO	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	TOTAL RESIDUOS EN OBRA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU "
Hormigón	80,0 0	29,2 1	NO OBLIGATORIA

Ladrillos, tejas, cerámicos	40,00	-	NO OBLIGATORIA
Metal	2,00	-	NO OBLIGATORIA
Madera	1,00	1,20	OBLIGATORIA
Vidrio	1,00	-	NO OBLIGATORIA
Plástico	0,50	0,50	OBLIGATORIA
Papel y cartón	0,50	10,00	OBLIGATORIA

Tabla 7. Obligación de separar de acuerdo con los límites del RD 105-2008.

Además, la valoración económica se ha realizado en diferentes partidas según la naturaleza del residuo, las cuales se exponen y justifican a continuación.

En lo que respecta a los “**Residuos de naturaleza pétreo**”, se ha contemplado el importe de canon de vertido de los **materiales con código LER 170504 (Tierras y piedras)**, ya que en caso de no poder ser reutilizados en otra parcela, se deberán transportar a vertedero y pagar dicho canon, como se especificó en apartados anteriores (4.3.2. Medidas de valoración o eliminación de residuos).

El coste de la gestión de los “**Residuos de naturaleza pétreo**”, asciende a Cuarenta mil quinientos dos con 28 céntimos. (40502,28 €).

<b>RESIDUOS DE NATURALEZA PÉTREO</b>			
	<b>Volumen</b>	<b>Coste (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Importe (€)</b>
Carga con medios mecánicos y transporte de tierras a instalación autorizada de gestión de residuos, con camión de 12 t, con un recorrido de más de 2 y hasta 5 km			
	5043,85	3,07	15484,6195
Deposición controlada en vertedero autorizado de residuos de tierra inertes con una densidad 1,6 t/m <sup>3</sup> , procedentes de excavación, con código 170504 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)			
	5043,883	4,96	25017,66133
<b>TOTAL DE RESIDUOS DE NATURALEZA PÉTREO</b>			<b>40502,2808</b>

Tabla 8. Presupuesto residuos de naturaleza pétreo.

**Proyecto de diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente**

El presupuesto de todos los “Residuos de naturaleza no pétreo” que estamos obligados a separar en obra de acuerdo con el RD-105-2008 asciende a Diez mil quinientos cuarenta y ocho con cinco centimos. (10548,05€)

<b>RESIDUOS DE NATURALEZA NO PÉTREO</b>			
Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según REAL DECRETO 105/2008, con medios manuales	<b>Volumen</b>	<b>Coste (€/m3)</b>	<b>Importe (€)</b>
	267,14	18,38	4910,03
Carga con medios mecánicos y transporte de residuos inertes o no peligrosos (no especiales) a instalación autorizada de gestión de residuos, con camión para transporte de 12 t, con un recorrido de más de 5 y hasta 10 km	<b>Volumen</b>	<b>Coste (€/m3)</b>	<b>Importe (€)</b>
	267,14	7,14	1907,37
Deposición controlada en centro de reciclaje de residuos de madera no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,19 t/m3, procedentes de construcción o demolición, con código 170201 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	<b>Volumen</b>	<b>Coste (€/m3)</b>	<b>Importe (€)</b>
	200,00	6,41	1282,00
Deposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos de papel y cartón no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,04 t/m3, procedentes de construcción o demolición, con código 150101 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	<b>Volumen</b>	<b>Coste (€/m3)</b>	<b>Importe (€)</b>
	15,00	6,41	96,15
Deposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos de plástico no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,035 t/m3, procedentes de construcción o demolición, con código 170203 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)	<b>Volumen</b>	<b>Coste (€/m3)</b>	<b>Importe (€)</b>
	250,00	6,41	2352,5
<b>TOTAL DE RESIDUOS DE NO NATURALEZA PÉTREO</b>			<b>10548,05</b>

Tabla 9. Presupuesto residuos de naturaleza no pétreo.

Para la buena gestión de los residuos durante la obra, se ha previsto el establecimiento de un “**Punto Limpio**”. La instalación de un Punto Limpio, alcanza un total de Cuatro mil quinientos cincuenta y seis con cuarenta y cinco céntimos. ( **4556,45€**).

<b>PUNTO LIMPIO</b>			
	<b>mese s</b>	<b>Coste (€/m3)</b>	<b>Importe (€)</b>
Retirada mensual de los contenedores en el área de aportación, incluyendo alquiler contenedores de residuos asimilables a urbanos, tales como vidrio, papel/cartón y envases ligeros, etc..., así como contenedor para residuos metálicos y retirada de los mismos por gestor autorizado, incluyendo en su contrato la valorización de los residuos generados y eliminación en vertedero autorizado en su caso.	5	216,91	1084,55
Retirada mensual de los contenedores de residuos peligrosos en el área de aportación, incluyendo alquiler contenedores especiales para residuos peligrosos, identificados en el Estudio de Gestión de Residuos, tales como sprays, pilas, baterías, etc... Retirada de los mismos por gestor autorizado, incluyendo en su contrato la valorización de los residuos generados y eliminación en vertedero autorizado en su caso.	5	694,38	3471,9
<b>TOTAL PUNTO LIMPIO</b>			<b>4556,45</b>

Tabla 10. Presupuesto punto limpio.

<b>TOTAL, PRESUPUESTO GESTIÓN RESIDUOS</b>	<b>55.606,78 €</b>
--	--------------------

# ANEJO 4: Control de Calidad



---

## ÍNDICE

---

1.	Introducción.....	5
2.	Objeto.....	5
3.	Normativa aplicada.....	6
4.	Materiales objeto del plan de calidad.....	7
5.	Definición de ensayos .....	8
6.	Ensayos y controles a realizar .....	8
6.1.	Movimiento de tierras .....	9
6.1.1.	Excavaciones.....	9
6.1.2.	Rellenos.....	9
6.1.2.1.	Rellenos de suelos seleccionados.....	9
6.1.2.2.	Relleno de zanjas .....	10
6.2.	Firmes y pavimentos.....	11
6.2.1.	Base granular (Zahorra artificial).....	11
6.2.2.	Emulsiones asfálticas (riegos de imprimación y adherencia).....	12
6.2.3.	Mezclas bituminosas en caliente .....	13
6.3.	Hormigones y aceros.....	14
6.3.1.	Aceros .....	14
6.3.2.	Aceros estructurales.....	15
6.3.3.	Hormigones.....	15
6.4.	Tuberías .....	16
6.4.1.	Tuberías a presión.....	16
6.4.2.	Tuberías por gravedad.....	16
7.	Condiciones para la realización de ensayos.....	17

---

7.1.	Suministro, identificación y recepción .....	17
7.2.	Tomas de muestras.....	17
7.3.	Casos de materiales con Certificados de Calidad .....	18
7.4.	Identificación de las muestras .....	18
7.5.	Realización de ensayos.....	19
7.6.	Contraensayos .....	19
7.7.	Decisiones derivadas del proceso de control.....	19
7.8.	Actas de Resultados .....	20
8.	Presupuesto estimado.....	20
9.	Conclusión .....	23

o

## **1. INTRODUCCIÓN**

Este Anejo tiene como objetivo proponer el contenido del Plan de Control de Calidad para la obra proyectada. Sin embargo, la futura Dirección Facultativa de las obras tendrá la facultad de modificar cualitativa y cuantitativamente esta lista de ensayos, ajustándolos según su criterio a las necesidades de la situación.

El control de calidad se llevará a cabo durante la ejecución de las obras a través de tres actividades distintas: el control de materiales y equipos, el control de ejecución y las pruebas finales de servicios.

El Plan de Control de Calidad detallará los ensayos que se llevarán a cabo para asegurar una correcta ejecución y finalización de las obras. Todos los ensayos serán realizados por un laboratorio autorizado, y los resultados se documentarán en actas que serán enviadas tanto a la empresa constructora como a la Dirección Facultativa.

## **2. OBJETO**

El propósito de este proyecto es definir las pruebas y elaborar una lista de ensayos valorados para garantizar la calidad de las obras proyectadas.

De acuerdo con la normativa vigente, se han establecido los criterios y la frecuencia para la toma de muestras y la realización de los ensayos. El documento consta de los siguientes apartados:

- Relación de ensayos a realizar, especificando las normas utilizadas para su ejecución.
- Frecuencia de realización de los ensayos, de acuerdo con las especificaciones de la normativa vigente. A partir de las mediciones de las unidades de obra, se determina el número de ensayos a realizar para cada una de ellas.
- Valoración de los ensayos, considerando diferentes fuentes: Base de Datos de la Construcción, tarifas de ensayos de la Asociación Nacional de Laboratorios Acreditados y consulta de precios habituales utilizados por diferentes laboratorios de la Comunidad Valenciana.

El resultado final es la valoración completa de los ensayos a realizar. Antes de iniciar las obras, se establecerá un Plan de Control de Calidad acorde con las necesidades técnicas determinadas por la Dirección de Obra y el presupuesto disponible.

---

### 3. **NORMATIVA APLICADA**

Para la redacción del presente anejo se han tenido en cuenta los Decretos y Normas actualmente vigentes, tanto los citados directamente a continuación, como a los que remitan los de superior rango y cuantas recomendaciones o especificaciones contribuyan a mejorar la eficacia del control y alcance de las actuaciones de asesoramiento y ayuda:

EHE-08 *Instrucción de Hormigón Estructural, 2008. (RD 1247/2008)*

CTE Texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.

PG-3 Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. Orden 6 de febrero de 1976 y actualizado hasta la OC 21bis/2009.

PG-4 Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras. (OC 8/2001).

RC-08 Instrucción para la recepción de Cementos (RD 956/2008)

Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua. MOPU, 1974.

Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones. MOPU, 1986.

Y como referencia de tipo más general para casos no cubiertos en las anteriores, se utilizarán las normativas siguientes:

UNE *Normas emitidas o citadas expresamente en Decretos o Normas (O.C.) "Obligado cumplimiento"*, tanto de metodología como especificadoras.

NAS *Normas para la Redacción y Proyecto de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Poblaciones (Diciembre 1 977).*

---

NLT *Normas del Centro de Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) antes "Laboratorio del transporte y Mecánica del Suelo".*

MELC *Normas del laboratorio central de estructuras y materiales.*

PTH *Pliego de Condiciones para la Fabricación, Transporte y Montaje de Tuberías de Hormigón.*

R.A.T. *Reglamento Técnico de Líneas Aéreas Eléctricas de Alta Tensión (28-Nov.-1968).*

R.B.T. *Reglamento Electrotécnico de baja-Tensión. Decreto 842/2002 de 2 de Agosto).*

N.A.E.E. *Normas de la Asociación Electrónica Española, para Materiales.*

VIDE *Normas para Materiales Eléctricos.*

#### **4. MATERIALES OBJETO DEL PLAN DE CALIDAD**

Todos los materiales empleados en la obra deberán cumplir con las condiciones establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto y ser aprobados por la Dirección de Obra. En consecuencia, todos los materiales propuestos deberán ser examinados y sometidos a ensayos para su aceptación.

El Contratista tiene la obligación de informar a la Dirección de Obra sobre el origen de los materiales que serán utilizados, para que se realicen los ensayos necesarios. Es importante destacar que la aceptación de un material en un momento dado no implica que pueda ser rechazado más adelante si se detectan defectos de calidad o falta de uniformidad.

En caso de que algunos materiales no estén contemplados en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto, deberán ser de calidad adecuada para el propósito al que se les destina. En estos casos, se deberán presentar muestras, informes y certificados de los fabricantes que se consideren necesarios. Si esta información no es suficiente, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de ensayos adicionales, incluso recurriendo a laboratorios especializados si fuera necesario.

---

## 5. DEFINICIÓN DE ENSAYOS

Se realizarán ensayos para controlar las unidades de obra correspondientes a:

1. Control de replanteo de las obras.
2. Movimiento de tierras.
3. Firmes y pavimentos.
4. Hormigones y aceros.
5. Instalaciones y tuberías.

Este índice trata de abarcar el mayor número de unidades de obra que desarrolla el Proyecto, así como las más representativas del mismo. En caso de que la Dirección Facultativa lo considere necesario, se podrán incluir dentro del Control de Calidad nuevos ensayos de control para las unidades que se incorporen.

## 6. ENSAYOS Y CONTROLES A REALIZAR

El control de replanteo de las obras se llevará a cabo antes de la firma del Acta de Replanteo. Durante este proceso de control, se verificarán al menos los siguientes aspectos de carácter general:

- Verificación de la disponibilidad de los terrenos de la zona, prestando especial atención a los límites y franjas exteriores de los terrenos afectados.
- Comprobación de las conexiones con la vialidad existente, considerando posibles cambios de rasante en la conexión.
- Revisión en planta de las dimensiones para asegurar su adecuación.
- Verificación de las rasantes para asegurar su correcta nivelación.
- Evaluación de la posible presencia de servicios afectados que puedan afectar la ejecución de las obras y que no hayan sido considerados en el proyecto.
- Inspección de los puntos de desagüe del sistema de drenaje para garantizar su correcto funcionamiento.
- Verificación de la compatibilidad con los sistemas generales establecidos.
- Señalización de elementos existentes que deban ser conservados durante la ejecución de las obras.

## 6.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

### 6.1.1. EXCAVACIONES

Tanto en la excavación a cielo abierto como en la excavación en zanja, se realizará una supervisión geométrica del proceso para asegurar que el fondo quede limpio y nivelado. Además, se llevará a cabo un proceso de refinamiento y compactación para asegurar la adecuada terminación del fondo de la excavación..

### 6.1.2. RELLENOS

#### 6.1.2.1. RELLENOS DE SUELOS SELECCIONADOS

El material en cuestión será utilizado como relleno para construir los terraplenes necesarios con el fin de alcanzar las cotas requeridas para la explanada en la reposición de firmes, que forma la base de las carreteras. Se llevarán a cabo los siguientes ensayos con las frecuencias indicadas:

#### \*Control de calidad del material

<i>Descripción</i>	<i>Lote (m<sup>3</sup>)</i>
Ensayo de apisonado de suelos por el método del Próctor modificado, s/ UNE 103-501	5.000 ó fracción
Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/ UNE 103-101	5.000 ó fracción
Determinación de los límites de Attemberg s/ UNE 103-103 y 103-104	5.000 ó fracción
Índice C.B.R. con compactación Próctor modificado, s/ UNE 103-502 (sin incluir ensayo de compactación)	5.000 ó fracción
Determinación del contenido de materia orgánica en suelos por el método del permanganato potásico, s/ UNE 103-204	5.000 ó fracción
Determinación del contenido en sales solubles de los suelos s/ NLT-114	5.000 ó fracción

\*Control de compactación

<i>Descripción</i>	<i>Lote (m<sup>2</sup>)</i>
Determinación de la densidad "in situ", incluyendo humedad, por el método de los isótopos radiactivos, s/ ASTM D-3017 (5 determinaciones por lote)	3.000 ó fracción
Determinación de la humedad natural del suelo (5 determinaciones por lote)	3.000 ó fracción

**6.1.2.2. RELLENO DE ZANJAS**

Para el relleno de las zanjas destinadas a la instalación de diversas tuberías (como distribución, impulsión, desagüe, entre otras), se utilizarán principalmente tierras extraídas durante la excavación. En caso de que estas tierras no sean adecuadas para este propósito, se emplearán tierras procedentes de préstamo. Sobre estas tierras de préstamo, se llevarán a cabo los siguientes ensayos con las frecuencias especificadas:

\*Control de calidad del material

<i>Descripción</i>	<i>Lote (m<sup>3</sup>)</i>
Ensayo de apisonado de suelos por el método del Próctor modificado, s/ UNE 103-501/94	1.500 ó fracción
Análisis granulométrico de suelos por tamizado s/ UNE-EN 933-1/98	1.500 ó fracción
Determinación de los límites de Attemberg s/ UNE 103-103/94 y 103-104/93	1.500 ó fracción
Equivalente de arena, s/ UNE-EN 933-8/00	1.500 ó fracción
Elementos con 2 o más caras de fractura s/ UNE-EN 933-5/99	1.500 ó fracción

\*Control de compactación

<i>Descripción</i>	<i>Lote</i>
Determinación de la densidad "in situ", incluyendo humedad, por el método de los isótopos radiactivos, s/ ASTM D-3017	Cada 50 ml y 0,50 m de altura
Determinación de la humedad natural del suelo	Cada 50 ml y 0,50 m de altura

## 6.2. FIRMES Y PAVIMENTOS

Este proyecto incluye dos tipos de pavimentos: pavimento asfáltico y pavimento de hormigón. El pavimento asfáltico consta de varias capas, que son: base de zahorra artificial, riegos de adherencia e imprimación, capas de binder y capa de rodadura. Por otro lado, el pavimento de hormigón se compone de base de zahorra artificial y una capa de hormigón en masa con mallazo de acero. Se llevarán a cabo los siguientes ensayos en cada uno de estos componentes con la frecuencia indicada:

### 6.2.1. BASE GRANULAR (ZAHORRA ARTIFICIAL)

\*Control de calidad del material

<i>Descripción</i>	<i>Lote (m<sup>3</sup>)</i>
Equivalente de arena s/NLT-113	1.500 ó fracción
Análisis granulométrico s/ NLT-104	1.500 ó fracción
	fracción
Determinación de los límites de Attemberg s/ NLT 105 y NLT-106	1.500 ó fracción
Coeficiente de limpieza s/NLT-172	3.000 ó fracción
Contenido de elementos con 2 ó más caras de fractura s/NLT-358	1.500 ó fracción
Próctor modificado s/NLT-108	1.500 ó fracción
Índices de lajas s/NLT-354	3.000 ó fracción
Desgaste de los Ángeles s/NLT-149	3.000 ó fracción

\*Control de compactación

<i>Descripción</i>	<i>Lote (m2)</i>
Determinación de la densidad "in situ", incluyendo humedad, por el método de los isótopos radiactivos, s/ ASTM D-3017 (5 determinaciones por lote)	1.500
Determinación de la humedad natural del suelo (5 determinaciones por lote)	1.500

**6.2.2. EMULSIONES ASFÁLTICAS (RIEGOS DE IMPRIMACIÓN Y ADHERENCIA)**

Se llevará a cabo sobre cada tipo de emulsión:

\*Control de calidad del material

<i>Descripción</i>	<i>Lote (Tn)</i>
Contenido de agua en las emulsiones bituminosas s/NTL-137	10 ó fracción
Carga de las partículas de las emulsiones bituminosas s/ NLT-194	10 ó fracción
Residuo por destilación de las emulsiones bituminosas s/NLT-139	10 ó fracción
Penetración de los materiales bituminosos s/NLT-124	10 ó fracción

### 6.2.3. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Se llevará a cabo sobre cada tipo de mezcla:

\*Control de calidad del material

<i>Descripción</i>	<i>Lote (Tn)</i>
Ensayo Marshall sobre tres probetas determinando: densidad, estabilidad, deformación y cálculo de huecos s/NLT-159/86,168/90	500 ó fracción
Contenido en betún s/ NLT-164/90	500 ó fracción
Granulometría de los áridos extraídos NLT-165/90	500 ó fracción
Densidad relativa áridos en aceite de parafina NLT-167/96	500 ó fracción

\*Control de compactación

<i>Descripción</i>	<i>Lote (m2)</i>
Determinación de la densidad y espesor en testigos de mezcla bituminosa s/NLT-168 (2 determinaciones por lote)	500 ó fracción

## 6.3. HORMIGONES Y ACEROS

### 6.3.1. ACEROS

Para los ensayos del acero se seguirá lo dispuesto en la “Instrucción de Hormigón Estructural” (EHE-08).

El nivel de control especificado será control a nivel normal.

<i>Descripción</i>	<i>Lote</i>
Determinación límite elástico, carga de rotura y alargamiento, según las UNE 7474-1:92 y UNE 7326:88 (al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra)	2 por cada diámetro y tipo de acero
Doblado desdoblado, según UNE 36068:94.	2.000 Kg
Ensayo de adherencia por flexión, según UNE 36740:98	2.000 Kg

*Nota: los lotes se determinarán cada 2.000 Kg para armadura pasiva y cada 1.000 Kg para armadura activa.*

*Para productos certificados, las armaduras pasivas se dividirán en lotes cada 4.000 Kg.*

### **6.3.2. ACEROS ESTRUCTURALES**

El control de calidad del acero estructural se llevará a cabo asegurando que todos los materiales utilizados en la construcción metálica cuenten con un certificado de control emitido por el fabricante, cumpliendo con la Norma UNE-EN 10. En caso de que no se disponga del certificado de control, los materiales serán sometidos a un examen por parte de un laboratorio homologado que cuente con las instalaciones adecuadas y personal cualificado para realizar los ensayos necesarios.

#### \*Control de calidad del material

<i>Descripción</i>	<i>Lote (Tn)</i>
Disponibilidad del certificado de control emitido por el fabricante	20 ó fracción

#### \*Control de las soldaduras

Análisis de soldaduras por líquidos penetrantes en soldaduras, s/n UNE EN 571-1:1997. Niveles de calidad para las imperfecciones s/n UNE EN ISO 5817:2009	10 %
---	------

### 6.3.3. HORMIGONES

Las partidas de hormigón objeto de control serán las preceptivas de la Instrucción de Hormigón estructural (EHE-08).

Para los hormigones en masa el control se realizará a nivel reducido, lo que corresponde a la modalidad 1 (art. 88 de la EHE-08), mientras que para el hormigón armado estructural se realizará un nivel de control estadístico.

<i>Descripción</i>	<i>Lote</i>
Muestreo, medida de consistencia, fabricación, conservación, refrentado y rotura por compresión de probetas cilíndricas de hormigón 15x30 según normas UNE 83300, 83301, 83303 y 83304 (2 ensayos por lote)	Cada 100 m3 ó 1.000 m2.
Medida de consistencia del hormigón fresco método del cono de Abrams, según UNE 83313/90 (2 ensayos por lote)	Cada 100 m3 ó 1.000 m2.

## 6.4. TUBERÍAS

### 6.4.1. TUBERÍAS A PRESIÓN

Sobre cada una de las tuberías a instalar con funcionamiento en carga (a presión), según la definición del presente proyecto, se realizarán las siguientes pruebas:

<i>Descripción</i>
Comprobación de dimensiones, espesores, rectitud y aspecto general: Sin normalizar
Sobre el 100%, de la red instalada, y una vez colocadas todas las piezas especiales, se realizará prueba de estanqueidad: Art. 3.4. del PPTG para tuberías de abastecimiento y Art. 11.3 del PPTG para tuberías de abastecimiento de agua.
Sobre el 100% de la red instalada y una vez colocadas todas las piezas especiales, se realizará la prueba de presión s/EN 805:2000

## 6.4.2. TUBERÍAS POR GRAVEDAD

Se considera que los tubos de PVC con longitudes en torno a 6 m., alojados en sus respectivas zanjas, según lo previsto en proyecto y montados con sus correspondientes juntas estancas, forman la red general de evacuación y desagüe.

<i>Descripción</i>	<i>Lote</i>
Resistencia al aplastamiento s/UNE-127010 Ex	500 m.l.
Realización de 5 pruebas de carga de tapas de registro (resistencia al aplastamiento de 14 Tn)	
Estanqueidad de la red ejecutada EN 1610:1997, se comprobará por tramos.	

## 7. CONDICIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS

### 7.1. SUMINISTRO, IDENTIFICACIÓN Y RECEPCIÓN

El suministro, identificación y control de recepción de los materiales, así como los ensayos y, en caso necesario, las pruebas de servicio, se llevarán a cabo de acuerdo con las normativas establecidas en las disposiciones obligatorias.

En situaciones donde un material no esté sujeto a una normativa obligatoria específica, estos procesos se realizarán preferentemente siguiendo las normas UNE. En ausencia de normas UNE aplicables, se utilizarán las NTE o se seguirán las instrucciones proporcionadas por la Dirección Facultativa, en caso de que sean requeridas.

Todos los materiales serán entregados en obra debidamente identificados y en condiciones óptimas para su uso. Para garantizar su integridad, serán transportados en vehículos adecuados y, si es necesario, en envases que aseguren su preservación. Tanto la carga como la descarga de los materiales se llevarán a cabo de manera cuidadosa para evitar cualquier daño a los materiales o sus envases.

---

## **7.2. TOMAS DE MUESTRAS**

La toma de muestras será obligatoria para todos los materiales cuya recepción requiera ensayos, según lo establecido en el plan de control, así como para aquellos que la Dirección Facultativa considere necesario durante el progreso de la obra.

La selección de las muestras se realizará al azar por la Dirección Facultativa, quien podrá delegar esta tarea en personal de un laboratorio acreditado, y en presencia del constructor o su representante.

El procedimiento de muestreo se llevará a cabo siguiendo las normativas específicas para cada producto y se recogerá una cantidad suficiente para realizar los ensayos y contraensayos necesarios. Para ello, se tomarán tres muestras idénticas de cada partida o lote de material: una será enviada al laboratorio para realizar los ensayos programados de control, mientras que las otras dos se conservarán en el lugar de la obra para posibles contraensayos, en caso de que sean requeridos. Estas muestras se mantendrán en la obra durante al menos 100 días en el caso de materiales perecederos (como conglomerantes) o hasta que se realice la recepción definitiva de las unidades constructivas elaboradas con cada material.

En situaciones donde no sea necesario realizar ensayos de control, bastará con tomar estas dos últimas muestras.

Todas las muestras serán conservadas de manera que se garantice su integridad y preservación. Se mantendrán bajo cubierta y protegidas de la humedad del suelo, asegurando que estén resguardadas de las inclemencias del tiempo y evitando cualquier posible maltrato. Estas medidas de conservación serán especialmente rigurosas en el caso de materiales conglomerantes y, aún más, en las muestras de hormigón, las cuales deberán permanecer en obra durante al menos 24 horas.

El constructor será responsable de proporcionar los medios adecuados para asegurar la conservación de las muestras de acuerdo con las condiciones mencionadas. Asimismo, se encargará de su custodia durante el tiempo necesario para cumplir con los plazos de conservación establecidos. Con estas precauciones, se garantizará la idoneidad y fiabilidad de las muestras para realizar los ensayos y contraensayos requeridos.

## **7.3. CASOS DE MATERIALES CON CERTIFICADOS DE CALIDAD**

---

Cuando se reciba en obra un material con algún certificado de garantía, como:

- ✓ Marca de calidad (AENOR, AITIM, CIETSID, etc.), o
- ✓ Homologación por el MICT

Que tenga que venir acompañado por un certificado de ensayos como es obligatorio en los aceros y cementos.

El constructor entregará a la Dirección Facultativa los documentos acreditativos para obrar en consecuencia.

En el caso de los cementos, cada partida deberá llegar acompañada del certificado de garantía del fabricante.

#### **7.4. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Todas las muestras estarán identificadas haciéndose constar los siguientes puntos:

- Denominación del producto.
- Nombre del fabricante o marca comercial.
- Fecha de llegada a obra.
- Denominación de la partida o lote al que corresponde la muestra.
- Nombre de la obra.
- Número de unidades o cantidad, en masa o volumen que constituye la muestra.
- Se hará constar si ostenta sello, tiene homologación o le acompaña algún certificado de ensayos.

#### **7.5. REALIZACIÓN DE ENSAYOS**

Todos los ensayos necesarios para evaluar la calidad de los materiales, incluidas las pruebas de servicio, deberán ser realizados por un laboratorio acreditado en las áreas correspondientes.

Sin embargo, la Dirección Facultativa, a su discreción, podrá llevar a cabo ciertos ensayos o pruebas de servicio por sí misma.

El número de ensayos para cada material o pruebas de servicio será el establecido en la programación de control y, al menos, se cumplirán con los que sean obligatorios según el

---

LC/91 (Ley de Contratos del Sector Público de 1991). No obstante, el constructor podrá, a su propio costo, aumentar la cantidad de ensayos previstos si así lo considera necesario.

Con esto se asegura que los materiales y las construcciones sean debidamente evaluados para garantizar la calidad y el cumplimiento de los estándares requeridos. Además, se ofrece la opción de realizar ensayos adicionales si el constructor así lo desea, para tener una mayor confianza en la calidad de los materiales utilizados en el proyecto.

## **7.6. CONTRAENSAYOS**

En caso de obtener resultados anómalos durante el proceso de control que conduzcan al rechazo de una partida o lote de material, el constructor tendrá el derecho de realizar contraensayos a su costo utilizando las muestras conservadas en la obra.

Para llevar a cabo estos contraensayos, se enviarán las dos muestras a dos laboratorios diferentes, distintos al que ha sido contratado por el promotor, pero previamente aceptados por la Dirección Facultativa. Si uno de los resultados resulta insatisfactorio, la partida será rechazada. Sin embargo, si ambos resultados son satisfactorios, la partida será aceptada.

## **7.7. DECISIONES DERIVADAS DEL PROCESO DE CONTROL**

Si se lleva a cabo un control no estadístico o no al cien por cien y los resultados indican que el material no cumple con los requisitos, antes de rechazarlo, la Dirección Facultativa tiene la opción de realizar un control estadístico o al cien por cien utilizando las muestras conservadas en la obra.

Es importante destacar que la decisión de aceptar o rechazar un material por parte de la Dirección Facultativa, así como las medidas adoptadas como demolición, refuerzo o reparación, deben ser acatadas tanto por el promotor como por el constructor. En otras palabras, ambas partes deben respetar y seguir las decisiones tomadas por la Dirección Facultativa en cuanto a la calidad y conformidad del material utilizado en el proyecto.

Ante los resultados de control no satisfactorios, y antes de tomar la decisión de aceptación o rechazo, la Dirección Facultativa podrá realizar los ensayos de información o pruebas de servicio que considere oportunos.

## 7.8. ACTAS DE RESULTADOS

El Laboratorio acreditado que realice los ensayos correspondientes a cada uno de los materiales citados en este Plan de Control, emitirá un acta de resultados con los datos obtenidos en ellos, conteniendo además la siguiente información:

- Nombre y dirección del Laboratorio de Ensayos.
- Nombre y dirección del Cliente.
- Identificación de la obra o precisión de a quién corresponde el material analizado con su número de expediente.
- Definición del material ensayado.
- Fecha de recepción de la muestra, fecha de realización de los ensayos y fecha de emisión del Informe de Ensayo.
- Identificación de la especificación o método de ensayo.
- Identificación de cualquier método de ensayo no normalizado que se haya utilizado.
- Cualquier desviación de lo especificado para el ensayo.
- Descripción del método de muestreo si así es especificado por la normativa vigente o por el Peticionario.
- Identificación de si la muestra para el ensayo se ha recogido en obra o ha sido entregada en el Laboratorio.
- Indicación de las incertidumbres de los resultados, en los casos que se den.
- Firma del Jefe de Área correspondiente, constatando titulación y visto bueno del Director del Laboratorio.

## 8. PRESUPUESTO ESTIMADO

En las tablas siguientes se ofrece la valoración del programa de control de calidad estimado a las distintas unidades de obra que intervienen en el proyecto.

UNIDAD DE OBRA Y ENSAYOS	MEDICION	FRECUENCIA	Nº ENSAYOS	PRECIO (euros)	TOTAL (euros)	SUMA (euros)
<b>TERRAPLENES</b>						202,00
<b>MATERIAL</b>	1140 m3					182,00
Análisis granulométrico por	1140 m3	5000 m3	1	25,00	25,00	

tamizado	1140 m3	5000 m3	1	25,00	25,00	
Límites de Atterberg	1140 m3	5000 m3	1	45,00	45,00	
Próctor modificado	1140 m3	10000 m3	1	62,00	62,00	
Índice CBR	1140 m3	10000 m3	1	25,00	25,00	
Contenido de materia orgánica	6 Capas					20,00
<b>COMPACTACION</b>	6 Capas	5 Ud/capa	2	10,00	20,00	
Densidad y humedad "in situ"						
<b>RELLENOS</b>						197,00
<b>RELLENO DE ZANJAS</b>						182,00
<b>Material</b>	570 m3					
Análisis granulométrico por tamizado	570 m3	5000 m3	1	25,00	25,00	
Límites de Atterberg	570 m3	5000 m3	1	25,00	25,00	
Próctor modificado	570 m3	2500 m3	1	45,00	45,00	
Índice CBR	570 m3	10000 m3	1	62,00	62,00	
Contenido de materia orgánica	570 m3	10000 m3	1	25,00	25,00	
<b>Compactación</b>	1899 m2					15,00
Densidad y humedad "in situ"	1899 m2	5000 m2	1	15,00	15,00	
<b>ZAHORRA ARTIFICIAL</b>						480,00
<b>MATERIAL</b>	1490 m3					435,00
Análisis granulométrico por tamizado	1490 m3	750 m3	2	25,00	50,00	
Índice de machaqueo.	1490 m3	2250 m3	1	24,00	24,00	
Porcentaje con dos o más caras de fractura	1490 m3	4500 m3	1	38,00	38,00	
Determinación del coeficiente de los Angeles	1490 m3	1500 m3	1	25,00	25,00	
Límites de Atterberg	1490 m3	375 m3	4	24,00	96,00	
Equivalente de arena	1490 m3	750 m3	2	45,00	90,00	
Próctor modificado	1490 m3	4500 m3	1	62,00	62,00	
Índice CBR en laboratorio	1490 m3	750 m3	2	25,00	50,00	
Contenido de materia orgánica	7448 m2					45,00
<b>COMPACTACION</b>	7448 m2	3500 m2	3	15,00	45,00	
Densidad y humedad "in situ"						
<b>MEZCLA BITUMINOSA</b>						1.366,51
<b>Mezcla bituminosa</b>	323 m3					150,00
Análisis granulométrico	323 m3	500 m3	1	25,00	25,00	
Ensayo Marshall	323 m3	500 m3	1	70,00	70,00	
Extracción de betún	323 m3	500 m3	1	55,00	55,00	
Ensayo de inmersión-	323 m3	Cada 15 días		150,00	0,00	
<b>UNIDAD DE OBRA Y ENSAYOS</b>	<b>MEDICION</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>Nº ENSAYOS</b>	<b>PRECIO (euros)</b>	<b>TOTAL (euros)</b>	<b>SUMA (euros)</b>
compresión						
Ensayo cántabro de pérdida por desgaste (sólo drenantes)	323 m3	Cada 15 días		180,00	0,00	
<b>COMPACTACION</b>	4608 m3					1.216,51
Densidad con extracción de testigos y proporción de huecos	4608 m3	250 m2	18	66,00	1.216,51	

<b>HORMIGONES</b>	276 m3					156,90
<b>ESTUDIO DE LA MEZCLA</b>	276 m3			<b>68,66</b>	0,00	156,90
Consistencia mediante el Cono de Abrams (adicional)	276 m3	50 m3	6	<b>6,46</b>	38,76	
Resistencia a compresión (adicional)	276 m3	50 m3	6	<b>19,69</b>	118,14	
<b>ACEROS</b>						433,18
<b>BARRAS CORRUGADAS</b>	16,60 Tm					370,45
Ensayo a tracción a temperatura ambiente de una probeta, con determinación de:			3	<b>85,00</b>	255	
* Masa por metro lineal;						
* Sección equivalente;						
* Tensión y alargamiento de rotura;						
* Diagrama cargas-deformaciones;						
* Módulo de elasticidad						
Ensayo de doblado simple de una probeta	16,60 Tm	40,00 Tm	1	<b>15,00</b>	15,00	
Ensayo de doblado-desdoblado de una probeta	16,60 Tm	40,00 Tm	1	<b>17,95</b>	17,95	
Determinación de las características geométricas	16,60 Tm	40,00 Tm	1	<b>82,50</b>	82,50	
<b>ACEROS ESTRUCTURALES</b>						62,73
<b>Perfiles laminados</b>						
Certificado de control S/ UNE-EN 10021	20,04 Tm	5,00 Tm	4	<b>15,65</b>	62,73	
<b>TUBERIAS</b>						920,00
Prueba de presión interior de la tubería instalada	3 Ud	1 Ud	3	<b>100,00</b>	300,00	
<b>TUBERIAS DE POLIETILENO</b>	377 ml					620,00
Comprobación de dimensiones, espesor, rectitud y aspecto general	377 ml	3000 ml	1	<b>75,00</b>	75,00	
Estanqueidad	377 ml	3000 ml	1	<b>125,00</b>	125,00	
Aplastamiento o flexión transversal	377 ml	3000 ml	1	<b>120,00</b>	120,00	
Presión hidráulica interior	377 ml	3000 ml	1	<b>100,00</b>	100,00	
Prueba de presión interior de la tubería instalada	377 ml	500 ml	1	<b>100,00</b>	100,00	
Prueba de estanqueidad de la	377 ml	500 ml	1	<b>100,00</b>	100,00	
<b>UNIDAD DE OBRA Y ENSAYOS</b>	<b>MEDICION</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>Nº ENSAYOS</b>	<b>PRECIO (euros)</b>	<b>TOTAL (euros)</b>	<b>SUMA (euros)</b>
tubería instalada						
<b>EQUIPOS</b>						400,00
Certificado de calidad homologado				<b>0,00</b>	0,00	
Pruebas de puesta a punto y funcionamiento	2 ud	1 ud	2	<b>200,00</b>	400,00	
<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>						1.000,00

Certificado de calidad homologado				0,00	0,00	
Pruebas de puesta a punto y funcionamiento	2 ud	1 ud	2	500,00	1.000,00	

**EL IMPORTE DE LA RELACION VALORADA DE ENSAYOS ES: 5.155,59**

Corresponderá al adjudicatario de las obras, la elaboración del correspondiente programa de control de calidad ajustado al proceso constructivo y programación de las obras que estime conveniente, tomando como base el presente estudio de control de calidad.

## 9. CONCLUSIÓN

El importe de Ejecución Material de los ensayos a realizar para el control de la ejecución de las unidades de obra del presente proyecto, asciende a la cantidad de **CINCO MIL CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS (5.155.59 €) (I.V.A. no incluido)**, constituyendo por tanto un 0,50 % del Presupuesto de Ejecución Material de las obras. Por tanto, al no alcanza el 1 % del PEM no debe incluirse partida alguna para el control de calidad de las obras en el presupuesto, ya que hasta el 1 %, se encuentra incluido dentro del porcentaje establecido por la legislación vigente para los gastos generales.

# ANEJO 5: Cálculos Estructurales

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN .....	
2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN. ....	
3.- BASES DE PROYECTO .....	
3.1.- Criterios de Seguridad .....	
3.2.- Situaciones de Proyecto.....	
3.3.- Bases de cálculo.....	
3.4.- Limitaciones de flechas. ....	
4.- ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL PRETRATAMIENTO.....	
4.1.- Descripción de la estructura. ....	
4.2.- Cálculo de la estructura. ....	
4.2.1 Sistema de cálculo de la estructura.....	
4.2.2 Acciones adoptadas en el cálculo.....	
4.2.3 Modelización estructural. ....	
4.3.- Elementos estructurales de la estructura de la nave. ....	
5.- CIMENTACIONES. ....	

## **CÁLCULOS ESTRUCTURALES.**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El objetivo de este anejo es presentar el procedimiento de cálculo utilizado para dimensionar todos los elementos estructurales que forman parte del proyecto de una nave industrial destinada al pretratamiento de la depuradora en el municipio de Crevillente de Alicante. Los elementos estructurales incluidos en este anejo son:

1. Nave industrial con estructura metálica.
2. Zapatas.

Para llevar a cabo el cálculo y dimensionamiento de cada uno de los elementos que componen la estructura, se utilizarán programas especializados como SAP2000 para las estructuras, y para el cálculo de las zapatas se empleará un enfoque manual.

### **2.- NORMATIVA DE APLICACIÓN.**

La lista de normativas y estándares que se utilizarán para el dimensionamiento de las estructuras es la siguiente:

- CTE SE-AE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
- CTE SE-A. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acero.
- CTE SE-C. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Hormigón.
- CE. Código estructural 2021.
- NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.

Estos documentos definen las condiciones que deben cumplir los materiales, las acciones a aplicar, los métodos de cálculo y dimensionamiento de las secciones, así como las recomendaciones para el diseño de las estructuras.

Para cada una de las estructuras mencionadas, se tomarán en cuenta las características de los materiales a utilizar, las acciones que afecten la estructura, y se emplearán los programas y métodos de cálculo más apropiados para realizar el dimensionamiento adecuado.

### **3.- BASES DE PROYECTO**

### **3.1.- Criterios de Seguridad**

Las estructuras serán diseñadas de manera que garanticen una resistencia y estabilidad adecuadas, evitando la generación de riesgos inadmisibles debido a las acciones e influencias previsibles tanto durante su construcción como en su uso a lo largo de su vida útil prevista. Asimismo, cualquier evento extraordinario no deberá tener consecuencias desproporcionadas en relación con la causa original.

Para asegurar la fiabilidad necesaria en el diseño, se empleará el método de los Estados Limite. Este método permite tomar en cuenta de forma sencilla el carácter aleatorio de las variables de carga, resistencia y dimensiones involucradas en el cálculo. El valor de cálculo de una variable se obtendrá a partir de su valor principal representativo, ponderado mediante su respectivo coeficiente parcial de seguridad.

### **3.2.- Situaciones de Proyecto.**

Se considerarán las siguientes situaciones:

- Persistentes, correspondientes al uso normal de la estructura
- Transitorias, durante la construcción o reparación de la estructura
- Accidentales o extraordinarias, condiciones excepcionales aplicables a la estructura.

### **3.3.- Bases de cálculo.**

Se define un estado límite, como la situación que, si se es superada, haría que la estructura perdiese total o parcial la función por la cuál se ha creado. Se distinguen:

- Estado Límite Último (E.L.U): tras ser rebasado, la estructura completa o una parte pueden colapsar al superar su resistencia.
- Estado Límite de servicio (E.L.S): tras ser superado, se produciría una pérdida de funcionalidad o deterioro de la estructura, pero no sería un riesgo inminente.

### **3.4.- Limitaciones de flechas.**

Considerando las instrucciones del CTE-SE, los elementos estructurales no podrán superar valores de flecha definidos.

- “Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:”

***Flecha activa menor a 1 cm. y a 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.***

- “Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que:”

***Flecha instantánea debida a las sobrecargas menor a 1/350.***

- “Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que:”

***Flecha total a plazo infinito menor a 1/300.***

## **4.- ESTRUCTURA METÁLICA PARA EL PRETRATAMIENTO.**

### **4.1.- Descripción de la estructura.**

Para albergar los equipos para el pretratamiento y sus distintas secciones, necesarias para tratar el caudal de entrada de las aguas residuales de la población y ser transmitida, siguiendo la línea de agua, a los reactores. Así pues, se dispondrá de un espacio suficiente, tanto de alto como de largo, para implantar diversas disposiciones tanto en los desarenadores como otros elementos (bombas, palas, etc). Además, se creará una entrada de tamaño adecuado para la entrada de un vehículo con grúa, para posibles reparaciones en los equipos de bombeo, y se dejará una profundidad de pozo para albergar restos de fango que se creen en el pretratamiento.

Las dimensiones principales de la edificación son:

- ✓ Ancho (Entre ejes): ..... 35 m.
- ✓ Largo (Entre ejes): ..... 47,14 m.
- ✓ Alto lateral: ..... 8,00 m.
- ✓ Altura en cumbrera: ..... 9,50 m.
- ✓ Profundidad del pozo: ..... 2,00 m.

El diseño de la superestructura (estructura de acero) se llevará a cabo utilizando acero estructural tipo S-355, y se utilizarán perfiles de acero adecuados para satisfacer los requerimientos estructurales en cada barra. Las correas de sujeción para la cubierta serán fabricadas con acero de chapa plegada en perfiles tipo UPN. Estas correas de atado se colocarán en la cubierta con una distancia entre ejes de 2,00 metros.

La cubierta estará compuesta por paneles sándwich de 40 mm de espesor en total, los cuales estarán formados por dos chapas de 0,5 mm de espesor cada una, separadas por un núcleo de poliuretano con una densidad de 40 kg/m<sup>3</sup>.

Para el cerramiento de la nave, se utilizarán paneles prefabricados de hormigón con un espesor de 16 cm, que se extenderán hasta alcanzar una altura de 8 metros.

La cimentación se realizará mediante zapatas rectangulares de hormigón armado, las cuales estarán arriostradas por vigas riostra. Estas vigas riostra, además de brindar refuerzo a la cimentación, también servirán como soporte para los cerramientos laterales de la nave.

Con esta configuración y elección de materiales, se busca asegurar la resistencia y estabilidad adecuadas de la estructura, así como la protección y funcionalidad de la cubierta y cerramientos de la nave industrial.

Los parámetros geotécnicos del terreno en el que se realizará la cimentación será:

✓ **Nivel 1: Arenas.**

- + Densidad aparente: .....  $\gamma = 18,19 \text{ kN/m}^3$ .
- + Cohesión efectiva: .....  $c' = 28,98 \text{ kN/m}^2$
- + Ángulo de rozamiento interno efectivo:  $\phi' = 31,6^\circ$
- + Tensión admisible: .....  $0,20 \text{ N/mm}^2 = 200 \text{ kN/m}^2$
- + Agresividad del suelo: ..... No agresivo.

✓ **Nivel 2: Arenas Arcillosas**

- + Tensión admisible: .....  $0,20 \text{ N/mm}^2 = 200 \text{ kN/m}^2$

En base a las características anteriores, en las que se obtiene que el suelo no es agresivo, y dado que la cimentación ha de quedar enterrada, la clase de exposición a la que quedará sometido el hormigón de la cimentación será **tipo XC2**, correspondiente a corrosión inducida por carbonatación, ambiente húmedo, raramente seco. Ante este tipo de exposición y tratándose de un elemento de Hormigón Armado, la tabla 43.2.1.b del capítulo 9 del CE, indica que la resistencia mínima recomendada para el tipo de ambiente será de  $25 \text{ N/mm}^2$ . La tabla 43.2.1.a, indica que para el tipo de ambiente considerado, indica que la máxima relación agua/cemento será de 0,60, con un contenido mínimo de cemento de  $275 \text{ kg/m}^3$ .

En cuanto al recubrimiento de las armaduras, siguiendo el CE indica que el recubrimiento será:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

En la que:

$r_{nom}$ : Recubrimiento nominal en mm

$r_{min}$ : Recubrimiento mínimo

$\Delta r$ : Margen de recubrimiento en función del nivel de control de ejecución.

Para el caso de la cimentación de la nave, según la tabla 27.1.a, se tiene:

- ✓ Clase de exposición: XC2
- ✓ Tipo de cemento: Cementos de adiciones
- ✓ Hormigón: HA-25
- ✓ Vida útil considerado: 50 Años
- ✓ Recubrimiento Mínimo: 20 mm.

El margen de recubrimiento, dado que no se trata de una pieza prefabricada y no se llevará control intenso,  $\Delta r = 10$  mm.

Por tanto, el recubrimiento nominal de las armaduras será:

$$r_{nom} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

Por otro lado el CE indica que en piezas hormigonadas contra el terreno, el recubrimiento mínimo será de 70 mm., salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza.

En este caso dado que se establecerá una capa de hormigón de limpieza, no es necesario asegurar un recubrimiento mínimo de 70 mm, disponiéndose un recubrimiento de 50 mm, por facilidad constructiva.

La designación del hormigón a colocar será: HA-25/B/20/XC2

En cuanto al acero, se ha considerado emplear un acero de calidad B-500 S, de límite elástico  $f_{yk} = 500$  MPa.

## **4.2.- Cálculo de la estructura.**

### *4.2.1 Sistema de cálculo de la estructura.*

Los cálculos correspondientes a la estructura de la nave de bombeo y filtrado se han llevado a cabo con el objetivo de garantizar un comportamiento adecuado frente a los Estados Límite Últimos (ELU) y de Servicio (ELS), con el grado de seguridad establecido por el Código Técnico de la Edificación (CTE SE-A) y el Código Estructural (CE).

Para analizar las solicitaciones bajo las diferentes acciones consideradas, se utilizó el programa SAP2000 en su versión de evaluación. El análisis se realizó en 3D mediante métodos matriciales de rigidez, asegurando la compatibilidad de deformación en todos los nudos y considerando 6 grados de libertad.

En la definición de la estructura, el programa empleó elementos lineales, asumiendo un comportamiento elástico y lineal de los materiales.

Se tuvieron en cuenta cinco grupos de hipótesis: peso propio (generado automáticamente por el programa), sobrecarga de uso, viento, sismo y nieve.

Para analizar las acciones sísmicas, el programa realizó un análisis dinámico completo utilizando los espectros de respuesta elásticos del terreno, llevando a cabo un análisis modal de la estructura.

A partir de las hipótesis básicas, se definieron y calcularon combinaciones con diferentes coeficientes, permitiendo establecer varios estados límite y combinaciones distintas según el tipo de material, que en este caso es:

- ✓ Hipótesis Simples

- ✓ E.L.U en Aceros
- ✓ E.L.S deformación en Aceros

El proceso de cálculo comienza introduciendo la geometría y las cargas de la estructura, lo que permite obtener la matriz de rigidez de la estructura y las matrices de cargas para cada hipótesis simple. Al invertir la matriz de rigidez utilizando métodos frontales, se obtienen los desplazamientos de los nudos de la estructura para cada hipótesis.

Con los desplazamientos calculados para cada hipótesis, se procede a calcular todas las combinaciones para todos los estados y se determinan los esfuerzos en cualquier sección de las barras, teniendo en cuenta las cargas aplicadas en ellas.

En el mismo proceso, se realiza la comprobación de los distintos perfiles de las barras que forman la estructura. Este proceso puede llevarse a cabo manualmente, aunque el programa también ofrece la opción de realizarlo de forma automática. Se corrigen las secciones definitivas de cada una de las barras para garantizar que se cumplan todas las comprobaciones exigidas por el CTE SE-A.

Finalmente, se procede al cálculo de las dimensiones de las zapatas. Para ello, se selecciona el nudo empotrado con las mayores reacciones y se realiza el cálculo manualmente para determinar las dimensiones adecuadas.

En resumen, todo el proceso de cálculo implica obtener la matriz de rigidez, los desplazamientos de los nudos, los esfuerzos en las barras y las dimensiones de las zapatas. Se utilizan métodos manuales y también se aprovecha el programa para agilizar algunas etapas del cálculo. Al final, se garantiza que la estructura cumpla con las especificaciones del CTE SE-A y sea segura y estable bajo diferentes hipótesis de carga.

#### 4.2.2 Acciones adoptadas en el cálculo.

Tal y como se ha mencionado anteriormente la estructura, se realiza mediante pórticos de acero laminado y articulados sobre zapatas de hormigón armado, arriostradas según el sentido longitudinal de la nave, mediante correas de atado o vigas

riostra, que cumplirán el doble cometido de servir de cimentación a los paños de cerramiento perimetrales de la nave.

Para el análisis y posterior dimensionamiento de la estructura que componen la construcción se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- ✓ C.E Código estructural.
- ✓ CTE SE-AE. Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación.
- ✓ CTE SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad Estructural. Acero.
- ✓ NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación.

#### 4.2.2.1 Acciones permanentes.

Las acciones permanentes que actúan sobre la estructura, son aquellas generadas por el peso propio de los elementos estructurales y cerramiento de cubierta:

- ✓ Peso propio de la estructura: ..... Lo genera el programa.
- ✓ Peso Propio de las correas: ..... 0,10 kN/m<sup>2</sup>
- ✓ Peso Propio del material de cubierta:
  - Panel sándwich 40 mm de espesor: ..... 0,15 kN/m<sup>2</sup>
- ✓ TOTAL PESO PROPIO EN CUBIERTA: ..... 0,25 kN/m<sup>2</sup>

#### 4.2.2.2 Acciones Variables.

##### 4.2.2.2.1 SOBRECARGA DE USO

Para determinar la sobrecarga de uso aplicable a la cubierta, se recurre a la tabla 3.1 del CTE SE-AE, en la que adoptado:

- ✓ Categoría de Uso: G Cubiertas accesibles únicamente para conservación
- ✓ Subcategoría: G1 Cubiertas con inclinación inferior a 20°.

✓ Sobrecarga de uso:  $Q = 1,00 \text{ kN/m}^2$

Esta sobrecarga es incompatible con la carga de nieve, ya que no se realizan trabajos de mantenimiento o reparación cuando el techo está cubierto de nieve.

Teniendo en cuenta la limitación de no considerar simultáneamente las dos hipótesis incluidas en el programa de cálculo, se define por tanto  $Q = 0,60 \text{ kN/m}^2$  como sobrecarga de trabajo para el cálculo, teniendo en cuenta la carga de nieve determinada, por lo que la combinación de ambas acciones produce el mismo resultado que cada acción individual.

**4.2.2.2 CARGA DE NIEVE.**

La estructura, se encuentra ubicada a una altitud de 102 m.s.n.m., de forma que, encontrándose dentro de la zona climática 5, tal y como se aprecia en la siguiente figura:



Por tanto, teniendo en cuenta la zona climática y la altitud, la tabla E-2 del CTE SE-AE, proporciona el valor característico de la carga de nieve en un terreno horizontal:

$$s_k = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

En la determinación de la carga de nieve sobre la cubierta, interviene la forma de ésta, de modo, que teniendo en cuenta la presencia de los petos laterales, se obtiene un coeficiente de forma:

$$\mu = 1$$

Por tanto, la carga de nieve sobre la cubierta será

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

Finalmente en la definición de las hipótesis de carga, se tendrá en cuenta posibles distribuciones asimétricas de nieve, debidas al transporte de la misma por el efecto del viento, reduciendo a la mitad el factor de forma en las partes en que la acción sea favorable. Es decir, se analizarán dos casos adicionales de nieve, suponiendo uno de ellos con toda la carga de nieve en un alero, y la mitad en el otro alero. La otra alternativa, será suponer el primer alero descargado, y el segundo cargado. Las cargas a considerar son:

- ✓ Alero cargado:  $q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Alero descargado:  $q_n = \mu \cdot s_k = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ kN/m}^2$

El CTE SE-AE en el apartado 3.5.1, indica que la carga establecida anteriormente, es por unidad de superficie de proyección horizontal. Por tanto, teniendo la cubierta una inclinación de  $10,62^\circ$ , ha de transformarse la carga anterior, quedando:

- ✓ Alero cargado:  $q_n = \mu \cdot s_k \cdot \cos \alpha = 1 \cdot 0,4 \cdot \cos 10,62 = 0,39 \text{ kN/m}^2$
- ✓ Alero descargado:  $q_n = \mu \cdot s_k \cdot \cos \alpha = 0,5 \cdot 0,4 \cdot \cos 10,62 = 0,19 \text{ kN/m}^2$

De este modo se compondrán las tres hipótesis de carga de nieve:

- ✓ Nieve estado inicial: Lo dos aleros cargados
- ✓ Nieve. Redistribución 1: Alero derecho descargado, izquierdo cargado
- ✓ Nieve Redistribución 2: Alero derecho cargado, izquierdo cargado.

#### 4.2.2.3 CARGA DE VIENTO.

La distribución y el valor de las presiones que el viento ejerce una construcción, 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.

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

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

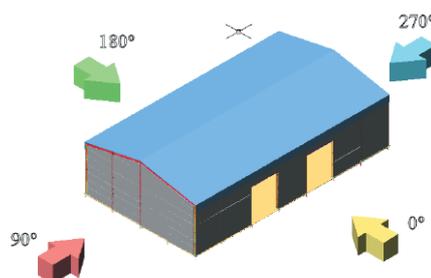
Siendo:

$q_b$ : Presión dinámica del viento. Depende del emplazamiento geográfico de la obra

$C_e$ : Coeficiente de exposición, dependiente de la altura del punto considerado, y del grado de aspereza del entorno.

$C_p$ : Coeficiente de eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie con respecto al viento. Un valor negativo, indicará succión.

Las edificaciones, se comprobarán ante la acción del viento en todas direcciones, y para cada dirección debe considerarse la acción en los dos sentidos, tal y como se



aprecia en la figura.

Para determinar la acción del viento, han de tenerse en cuenta las aberturas de las fachadas (Puertas, ventanas, chimeneas, etc...), ya que estas aberturas cambian notablemente el efecto del viento sobre la construcción.

Por tanto, en los siguientes puntos, se procede a determinar la acción del viento en función de la dirección considerada, teniendo en cuenta los huecos de la edificación.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO

En el Anejo D del CTE SE-AE, se indica establece la presión dinámica del viento, en función de la velocidad del mismo en la zona considerada.

Tal y como se muestra en la siguiente figura, Crevillente queda situada en Zona B, dónde la velocidad básica del viento es de 27 m/s.

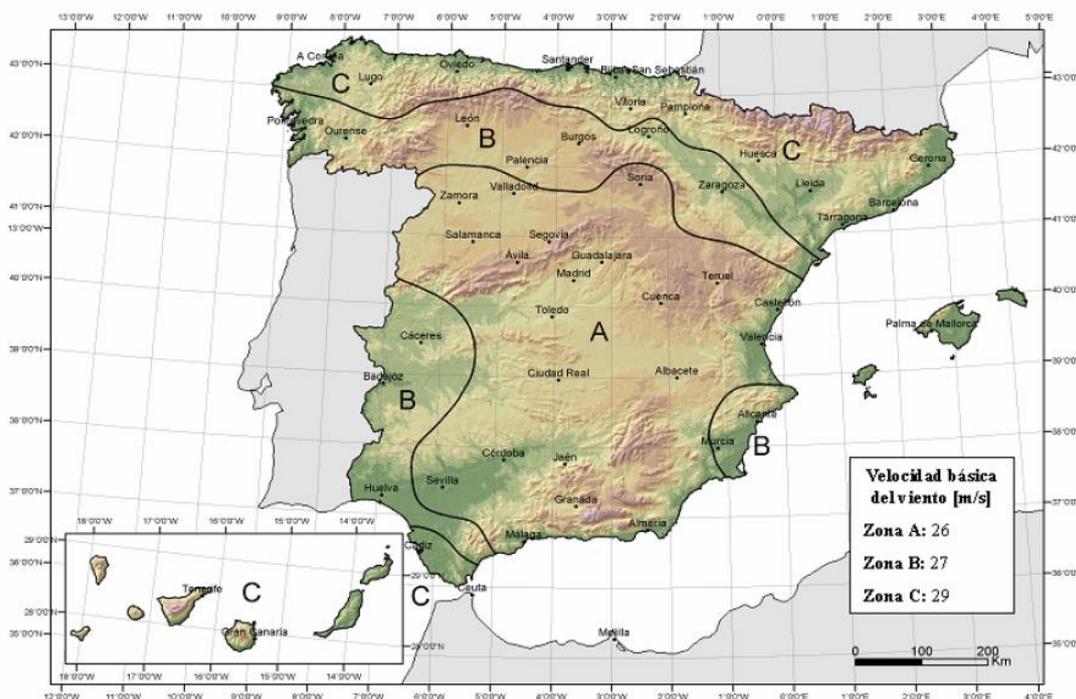


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento,  $v_b$

Aplicando la ecuación que transforma la velocidad del viento en presión dinámica del viento:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Dónde  $\delta$  es la densidad del aire, que puede adoptarse en  $1,25 \text{ kg/m}^3$ , de modo que:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 27^2 = 455,6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

A continuación, se procede a determinar los coeficientes de exposición y eólicos o de presión en función de las hipótesis de viento a considerar en el cálculo, para finalmente establecer las cargas en cada una de las zonas establecidas por la norma.

Antes de proceder a determinar los coeficientes anteriores, se describe brevemente la configuración de la construcción, en lo que respecta a las dimensiones principales y huecos en fachadas:

#### DESCRIPCIÓN DE LA NAVE.

Se trata de una nave de planta rectangular, de 35,00 m. de ancho y 47,14 metros de largo, con cubierta a dos aguas, inclinadas  $10,62^\circ$ . La altura total de la nave es de 10 metros, con una altura lateral de 8,00 metros

Por necesidades funcionales, en el lateral más cercano a la calzada principal se ubica una puerta de 2 m. de ancho por 3 metros de alto, una ventana de 38 m. de ancho (recorre los 47 metros de largo, menos los 9 metros que ocupan las puertas de aluminio elevadizas) y 1 m. de alto. La parte inferior de las ventanas queda situada a 3 m. del suelo. Dos puertas elevadizas de 4,5 m de ancho por 4,5 m de alto.

La fachada posterior, dispone de la ventana de 47 m. de ancho y 1 m. de alto, cuya parte inferior, queda situada a una altura, igual que en el caso anterior de 3 m.

En las fachadas laterales, no está prevista la colocación de ventanas.

Las superficies y características de los huecos son:

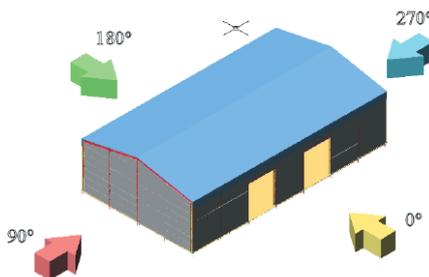
Lateral Principal:

- ✓ 2 Ud de Puerta de 4,50 x 4,50 m.: ..... 40,50 m<sup>2</sup>
- ✓ 1 Ud de Puerta de 2,00 x 3,00 m.: ..... 6,00 m<sup>2</sup>
- ✓ 1 Ud de Ventana de 51 x 1 m. .... 38,00 m<sup>2</sup>
- ✓ TOTAL huecos fachada principal: ..... 97,50 m<sup>2</sup>

Lateral Posterior:

- ✓ 1 Ud de Ventana de 60 x 1 m. .... 47,00 m<sup>2</sup>
- ✓ TOTAL huecos fachada posterior: ..... 47,00 m<sup>2</sup>
  
- ✓ TOTAL huecos: ..... 128,50 m<sup>2</sup>

A continuación, se procede a determinar, los coeficientes de exposición y de presión, para cada una de las zonas establecidas por el CTE SE-AE, en función de la dirección y sentido considerados. El criterio para determinar las hipótesis de viento, es como se ha reflejado la figura anterior, considerando la hipótesis de viento a 0° la dirección normal a la fachada principal, y el sentido que genera presión sobre la misma. El resto de direcciones (90°, 180° y 270°), se determina siguiendo el sentido de las agujas del reloj (dextrorsum).



COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN.

El coeficiente de exposición, se determina con la expresión:

$$C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k)$$

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

Siendo:

z: Altura sobre el terreno de la construcción. Para el caso de huecos, la norma, indica que se adopte la altura del punto medio del hueco.

k, L y Z: Parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,15	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Por tanto, los coeficientes de exposición, han de calcularse para cada caso en concreto considerando:

- ✓ Cuerpo de nave.
- ✓ Presión interior Viento 0°
- ✓ Presión interior Viento 180°
- ✓ Presión interior Viento 90° y 270°.

### Cuerpo de nave

Tomando de la tabla anterior, los valores de k, L y Z, correspondientes al grado de aspereza II; Terreno rural, llano sin obstáculos ni arbolado de importancia, queda:

$$k = 0,17, \quad L = 0,01 \text{ m}, \quad Z = 1,0 \text{ m}.$$

Adoptando como altura de la nave  $z = 9,50$  metros, se obtiene:

$$F = 0,17 \cdot \ln\left(\frac{\max(9,50,1,0)}{0,01}\right) = 1,166$$

$$C_e = 1,166 \cdot (1,166 + 7 \cdot 0,17) = 2,747$$

Éste valor del coeficiente de exposición, será el empleado para determinar la presión estática sobre cada uno de los elementos de la nave.

#### Presión interior Viento 0° (Huecos a barlovento)

La altura media de los huecos:

$$h_m = \frac{2,25 + 3,5 + 1,5}{3} = 2,42 \text{ m}$$

Por tanto:

$$F = 0,17 \cdot \ln\left(\frac{\max(2,42,1,0)}{0,01}\right) = 0,933$$

$$C_e = 0,933 \cdot (0,933 + 7 \cdot 0,17) = 1,98$$

#### Presión interior Viento 180°

La altura media de situación de los huecos en la fachada posterior, coincidirá con el centro de las ventanas, que queda situado a 3,5 m. sobre el suelo, y por tanto:

$$F = 0,17 \cdot \ln\left(\frac{\max(3,5; 1,0)}{0,01}\right) = 0,996$$

$$C_e = 0,996 \cdot (0,996 + 7 \cdot 0,17) = 2,18$$

#### Presión interior Viento 90° y 270°

Para este caso, y aunque no está previsto la instalación de huecos, adoptará para el coeficiente de exposición el mismo valor que para el caso de viento 180°:

$$C_e = 2,18$$

### COEFICIENTE DE PRESIÓN

Los coeficientes de presión, dependen de la forma geométrica de la edificación, así como de la dirección del viento con respecto a esta, obligando por tanto la norma a establecer al menos 4 direcciones, (2 ejes de la edificación y 2 sentidos por eje), para determinar las hipótesis de carga por viento.

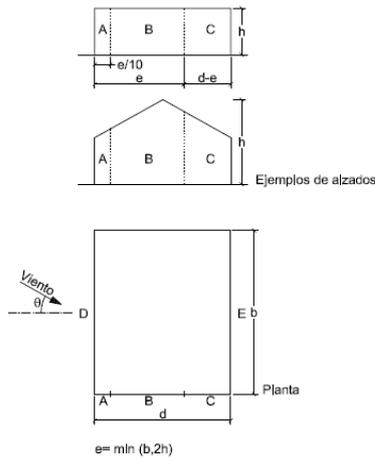
El CTE SE-AE, discrimina en función de la zona considerada de la construcción, debiendo acudir a distintas tablas y gráficos para la determinación de los coeficientes de presión, tanto interior como exterior. La determinación de los coeficientes de presión se realizará para:

- ✓ Presión exterior. Paramentos Verticales. Viento a 0°. (Asimilable a Viento a 180°)
- ✓ Presión exterior. Paramentos Verticales. Viento a 90° (Asimilable a Viento a 270°)
- ✓ Presión interior. Viento a 0° (Huecos a Barlovento)
- ✓ Presión interior. Viento a 180° (Huecos a Sotavento)
- ✓ Presión interior. Viento a 90° (Asimilable a 270°)
- ✓ Presión exterior. Cubiertas a dos aguas. Viento a 0° (Asimilable a Viento a 180°)
  - Situación 1
  - Situación 2
- ✓ Presión exterior Cubiertas a dos aguas. Viento a 90° (Asimilable a Viento a 270°).

Cuando se indica de huecos, quiere indicarse la ubicación de la fachada en la que se ubican los huecos de mayor superficie.

Presión exterior. Paramentos Verticales. Viento a 0°. (Asimilable a Viento a 180°)

Para obtener los coeficientes de presión sobre cada uno de los paramentos de la edificación, se recurre a la tabla D-3., del CTE SE-AE



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

Dando valores a cada uno de los parámetros anteriores, se tiene:

$$d = 35 \text{ m}, \quad b = 47 \text{ m}, \quad h = 10 \text{ m} \quad e = \min(47; 2 \cdot 10) = 20 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = 2 \text{ m}; \quad \frac{h}{d} = \frac{10}{35} = 0,28$$

Para superficies mayores de 10 metros, interpolando se obtiene:

h/d	A	B	C	D	E
1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,8
0,25	-1,2	-0,8	0	0,7	-0,3
<b>C<sub>pe</sub></b>	<b>-1,20</b>	<b>-0,8</b>	<b>-0,20</b>	<b>0,74</b>	<b>-0,49</b>

Presión exterior. Paramentos Verticales. Viento a 90° (Asimilable a Viento a 270°)

Teniendo en cuenta la tabla anterior, cambiando los valores de forma adecuada, se tiene:

$$d = 47,14 \text{ m}, \quad b = 35 \text{ m}, \quad h = 10 \text{ m} \quad e = \min(16; 2 \cdot 9,50) = 16 \text{ m}$$

$$\frac{e}{10} = 1,6 \text{ m}; \quad \frac{h}{d} = \frac{10}{47,14} = 0,21$$

h/d	A	B	C	D	E
1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,8
0,25	-1,2	-0,8	0	0,7	-0,3
$C_{pe}$	<b>-1,20</b>	<b>-0,8</b>	<b>0</b>	<b>0,7</b>	<b>-0,3</b>

### Presión interior. Viento a 0° (Huecos a Barlovento)

En el caso de viento soplando a 0°, la fachada principal tiene una superficie de huecos de 97,50 m<sup>2</sup>, (huevo a barlovento), y la fachada posterior tiene una superficie de huecos de 60 m<sup>2</sup>, de modo que en el CTE SE-AE, indica en el epígrafe 4° del punto 3.3.5, que cuando el área de las aberturas de una fachada sea el doble de las aberturas en el resto de las fachadas del edificio, se tomará  $C_{pi} = 0,75 \cdot C_{pe}$ ; si es el triple  $C_{pi} = 0,90 \cdot C_{pe}$ , siendo  $C_{pi}$ , el coeficiente eólico de presión interior, y  $C_{pe}$  el coeficiente eólico de presión exterior.

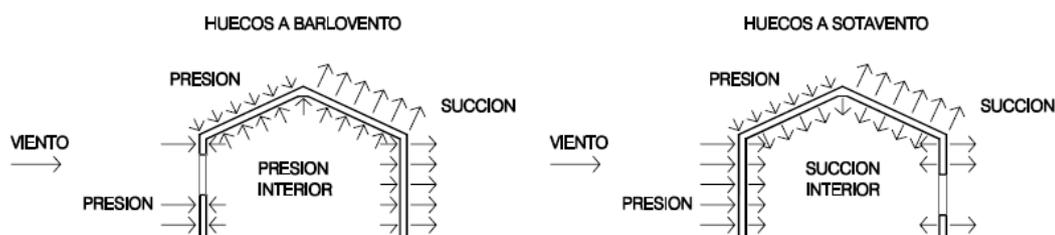


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

Dado que la superficie de huecos en la fachada de barlovento es casi el doble de la fachada de sotavento, se adopta:

$$C_{pi} = 0,75 \cdot C_{pe} = 0,75 \cdot 0,74$$

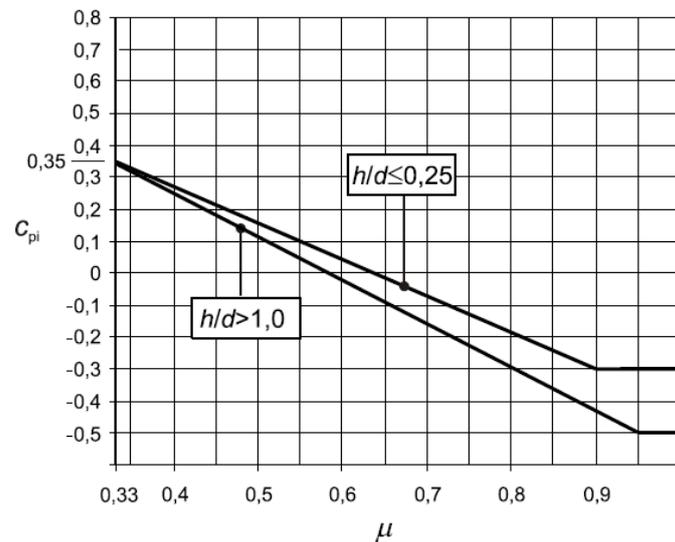
$$C_{pi} = 0,56$$

Presión interior. Viento a 180° (Huecos a Sotavento)

Para el caso del viento soplando a 180°, la relación de huecos situados en zonas de succión (huecos a sotavento) entre los situados a barlovento con respecto los huecos totales, se tiene:

$$v = \frac{97,50}{157,5} = 0,62$$

Entrando en el gráfico 7.13 del EN-1991-1-4:2005 (Eurocódigo 1), que se acompaña seguidamente, se obtiene el valor de  $C_{pi}$ :



NOTE For values between  $h/d = 0,25$  and  $h/d = 1,0$  linear interpolation may be used.

**Figure 7.13 — Internal pressure coefficients for uniformly distributed openings**

Para una relación  $\frac{h}{d} = \frac{10}{35} = 0,28$ ; se obtiene:

$$C_{pi} = -0,020$$

Presión interior. Viento a 90° (Asimilable a 270°)

Bajo la hipótesis de viento a 90° ó 270°, se considera que la totalidad de los huecos están a sotavento, por lo que  $v = 1,00$ , y para la relación  $\frac{h}{d} = \frac{9,5}{60} = 0,16$ ; se obtiene

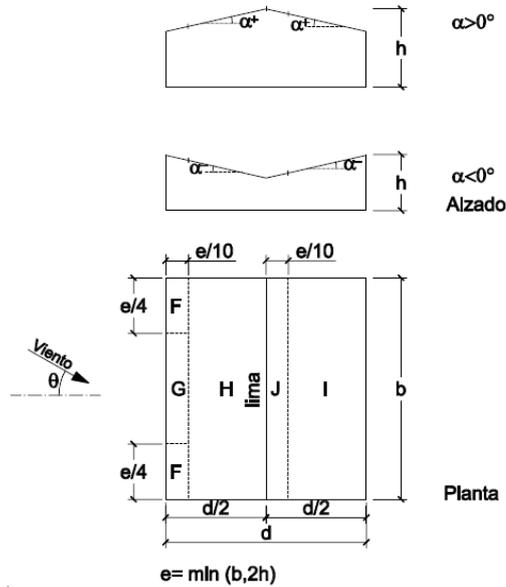
$$C_{pi} = -0,30$$

*Presión exterior. Cubiertas a dos aguas. Viento a 0° (Asimilable a Viento a 180°)*

Para determinar los coeficientes de presión exterior sobre los planos de la cubierta, con el viento soplando a 0° (Asimilable a 180°), ha de recurrirse a la tabla D.6 del CTE SE-AE.

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	$\geq 10$	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	$\leq 1$	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	$\geq 10$	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	$\leq 1$	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	$\geq 10$	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	$\leq 1$	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	$\geq 10$	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	$\leq 1$	-2,5	-2	-1,2	-0,6	-0,6
5°	$\geq 10$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	$\leq 1$	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	$\geq 10$	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	$\leq 1$	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	$\geq 10$	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	$\leq 1$	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	$\geq 10$	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	$\geq 10$	-1,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	$\geq 10$	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	$\geq 10$	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	$\geq 10$	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	$\geq 10$	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
Pendiente de la	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				

Dando los valores a cada una de las variables, se tiene

$$\alpha = 10,62^\circ, \quad d = 35 \text{ m}, \quad b = 47 \text{ m}, \quad h = 10 \text{ m}, \quad e = \min(47; 2 \cdot 10) = 20 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = 5 \text{ m} \quad \frac{e}{10} = 2 \text{ m}$$

En la tabla, se observa, que para los casos de inclinación de la cubierta de 5 y 15° respectivamente, se encuentran dos casos, y la norma advierte de esta situación, indicando que cuando se aportan dos valores de distinto signo separados, significa que la acción del viento en la zona considerada puede variar de presión a succión, y que debe considerarse las dos posibilidades.

Por tanto, conduce a analizar dos situaciones, ambas para superficies expuestas mayores de 10 m<sup>2</sup>

### Situación 1

$\alpha$ (°)	F	G	H	I	J
5	-1,7	-1,2	-0,6	0,2	0,2
15	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
<b>C<sub>pe</sub> (10°)</b>	<b>-1,25</b>	<b>-0,975</b>	<b>-0,43</b>	<b>-0,087</b>	<b>-0,25</b>

### Situación 2

$\alpha$ (°)	F	G	H	I	J
5	0,0	0,0	0,0	-0,6	-0,6
15	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0
<b>C<sub>pe</sub> (10°)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,3</b>

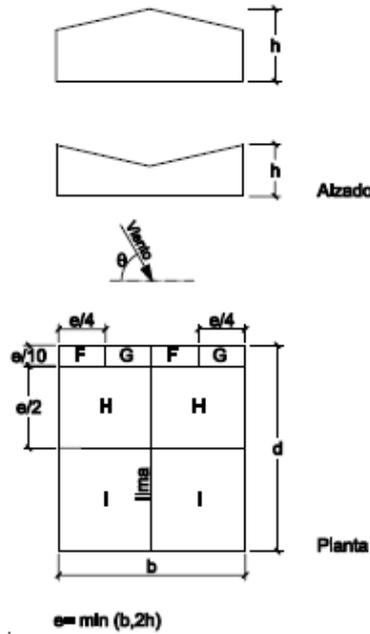
Presión exterior Cubiertas a dos aguas. Viento a 90° (Asimilable a Viento a 270°).

Para determinar los coeficientes de presión en este caso, ha de recurrirse a la tabla D-6-b del CTE SE-AE, dónde identificando cada una de las variables por sus valores:

$$\alpha = 10,62^\circ, \quad d = 47,14 \text{ m}, \quad b = 35 \text{ m}, \quad h = 10 \text{ m}, \quad e = \min(35; 2 \cdot 10) = 20 \text{ m}$$

$$\frac{e}{4} = 5,00 \text{ m}, \quad \frac{e}{10} = 2 \text{ m}, \quad \frac{e}{2} = 10,0 \text{ m}$$

b) Dirección del viento  $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	$\geq 10$	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	$\geq 10$	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	$\leq 1$	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	$\geq 10$	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	$\geq 10$	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	$\geq 10$	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	$\leq 1$	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	$\geq 10$	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	$\leq 1$	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	$\geq 10$	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	$\geq 10$	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	$\geq 10$	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	$\leq 1$	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Nota:  
 - No se deben mezclar valores positivos y negativos en una sola cara.

o

Interpolando los valores, se tiene:

$\alpha$ (°)	F	G	H	I
5	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6

15	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
$C_{pe} (10^\circ)$	<b>-1,43</b>	<b>-1,3</b>	<b>-0,65</b>	<b>-0,55</b>

### HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Una vez que se han establecido los diversos coeficientes de exposición y de presión, el siguiente paso antes de iniciar el cálculo consiste en determinar las cargas que actúan en cada zona para cada hipótesis de cálculo considerada.

Para el caso del viento, las cargas totales en cada zona son el resultado de la diferencia entre la presión exterior ( $q_e$ ) y la presión interior ( $q_i$ ).

A continuación, se proporcionan las cargas superficiales específicas que se utilizarán en cada zona para el análisis y diseño de la estructura.

Hipótesis : Viento en dirección $0^\circ$ - Situación 1									
Zona	PRESIÓN EXTERIOR				PRESIÓN INTERIOR				$q_e - q_i$ ( $\text{kN/m}^2$ )
	$C_{pe}$	$C_e$	$q_b$	$q_e = C_{pe} \cdot C_e \cdot q_b$	$C_{pi}$	$C_e$	$q_b$	$q_i = C_{pi} \cdot C_e \cdot q_b$	
A	-1,20	2,75	0,423	-1,396	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,865</b>
B	-0,80	2,75	0,423	-0,9306	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,3996</b>
C	-0,20	2,75	0,423	-0,2326	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,702</b>
D	0,74	2,75	0,423	0,861	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>0,392</b>
E	-0,49	2,75	0,423	-0,57	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,039</b>
F	-1,25	2,75	0,423	-1,454	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,923</b>
G	-0,975	2,75	0,423	-1,134	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,603</b>
H	-0,43	2,75	0,423	-0,5	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,969</b>
I	-0,087	2,75	0,423	-0,101	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,57</b>
J	-0,25	2,75	0,423	-0,291	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,76</b>

Hipótesis : Viento en dirección $0^\circ$ - Situación 2									
Zona	PRESIÓN EXTERIOR				PRESIÓN INTERIOR				$q_e - q_i$ ( $\text{kN/m}^2$ )
	$C_{pe}$	$C_e$	$q_b$	$q_e = C_{pe} \cdot C_e \cdot q_b$	$C_{pi}$	$C_e$	$q_b$	$q_i = C_{pi} \cdot C_e \cdot q_b$	
A	-1,20	2,75	0,423	-1,396	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,865</b>
B	-0,80	2,75	0,423	-0,9306	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,3996</b>
C	-0,19	2,75	0,423	-0,221	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,69</b>
D	0,74	2,75	0,423	0,861	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>0,3918</b>

E	-0,49	2,75	0,423	-0,57	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-1,039</b>
F	0,10	2,75	0,423	0,116	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,353</b>
G	0,10	2,75	0,423	0,116	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,353</b>
H	0,10	2,75	0,423	0,116	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,353</b>
I	-0,3	2,75	0,423	-0,349	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,818</b>
J	-0,3	2,75	0,423	-0,349	0,56	1,98	0,423	0,469	<b>-0,818</b>

Hipótesis : Viento en dirección 180º - Situación 1									
Zona	PRESIÓN EXTERIOR				PRESIÓN INTERIOR				$q_e - q_i$ (kN/m <sup>2</sup> )
	$C_{pe}$	$C_e$	$q_b$	$q_e = C_{pe} \cdot C_e \cdot q_b$	$C_{pi}$	$C_e$	$q_b$	$q_i = C_{pi} \cdot C_e \cdot q_b$	
A	-1,20	2,75	0,423	-1,396	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-1,378</b>
B	-0,80	2,75	0,423	-0,93	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,9126</b>
C	-0,19	2,75	0,423	-0,221	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,203</b>
D	0,74	2,75	0,423	0,861	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>0,8788</b>
E	-0,49	2,75	0,423	-0,57	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,552</b>
F	-1,25	2,75	0,423	-1,454	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-1,436</b>
G	-0,975	2,75	0,423	-0,134	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-1,1162</b>
H	-0,43	2,75	0,423	-0,5	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,4822</b>
I	-0,087	2,75	0,423	-0,101	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,083</b>
J	-0,25	2,75	0,423	-0,291	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,2728</b>

Hipótesis : Viento en dirección 180º - Situación 2									
Zona	PRESIÓN EXTERIOR				PRESIÓN INTERIOR				q <sub>e</sub> -q <sub>i</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
	C <sub>pe</sub>	C <sub>e</sub>	q <sub>b</sub>	q <sub>e</sub> =C <sub>pe</sub> ·C <sub>e</sub> ·q <sub>b</sub>	C <sub>pi</sub>	C <sub>e</sub>	q <sub>b</sub>	q <sub>i</sub> =C <sub>pi</sub> ·C <sub>e</sub> ·q <sub>b</sub>	
A	-1,20	2,75	0,423	-1,396	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-1,378</b>
B	-0,80	2,75	0,423	-0,93	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,9126</b>
C	-0,19	2,75	0,423	-0,221	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,203</b>
D	0,74	2,75	0,423	0,861	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>0,8788</b>
E	-0,49	2,75	0,423	-0,57	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,552</b>
F	0,10	2,75	0,423	0,116	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>0,1343</b>
G	0,10	2,75	0,423	0,116	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>0,1343</b>
H	0,10	2,75	0,423	0,116	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>0,1343</b>
I	-0,3	2,75	0,423	-0,349	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,331</b>
J	-0,3	2,75	0,423	-0,349	-0,020	2,18	0,423	-0,018	<b>-0,331</b>

Hipótesis : Viento en dirección 90º ó 270º									
Zona	PRESIÓN EXTERIOR				PRESIÓN INTERIOR				q <sub>e</sub> -q <sub>i</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
	C <sub>pe</sub>	C <sub>e</sub>	q <sub>b</sub>	q <sub>e</sub> =C <sub>pe</sub> ·C <sub>e</sub> ·q <sub>b</sub>	C <sub>pi</sub>	C <sub>e</sub>	q <sub>b</sub>	q <sub>i</sub> =C <sub>pi</sub> ·C <sub>e</sub> ·q <sub>b</sub>	
A	-1,20	2,75	0,423	-1,396	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-1,1199</b>
B	-0,80	2,75	0,423	-0,93	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-0,6546</b>
C	0,00	2,75	0,423	0,000	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>0,276</b>
D	0,70	2,75	0,423	0,814	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>1,090275</b>
E	-0,30	2,75	0,423	-0,349	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-0,072975</b>
F	-1,43	2,75	0,423	-1,663	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-1,387</b>
G	-1,30	2,75	0,423	-1,512	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-1,236</b>
H	-0,65	2,75	0,423	-0,756	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-0,48</b>
I	-0,55	2,75	0,423	-0,639	-0,3	2,18	0,423	-0,276	<b>-0,364</b>

#### 4.2.2.2.4 ACCIONES SÍSMICAS.

Para su obtención se empleará lo establecido en la norma NCSE-02 correspondiente al cálculo sismorresistente.

La aceleración sísmica de cálculo:

$$a_c = S \cdot a_b \cdot \rho$$

La nave industrial se trata de una estructura de importancia normal, la cual su destrucción puede ocasionar víctimas, pero no se trata de un servicio imprescindible ni puede dar lugar a efectos catastróficos.

$$\rho = \begin{cases} 1,0 & \text{constr. Importancia normal} \\ 1,3 & \text{constr. Importancia especial} \end{cases}$$

Por lo tanto,  $\rho = 1,0$

Del Anejo 1 de la norma mencionada se extrae la aceleración básica y el coeficiente de contribución:

#### 4.2.2.1 $a_b = 0,15gK=1$

CATRAL	0,15	(1,0)
COCENTAINA	0,07	(1,0)
CONFRIDES	0,08	(1,0)
COX	0,16	(1,0)
<b>CREVILLENT</b>	<b>0,15</b>	<b>(1,0)</b>
DAYA NUEVA	0,16	(1,0)
DAYA VIEJA	0,16	(1,0)
DÉNIA	0,06	(1,0)
DOLORES	0,16	(1,0)
ELCHE/ELX	0,15	(1,0)

En cuanto al tipo de terreno, se considerará tipo III, suelo granular de compacidad media.

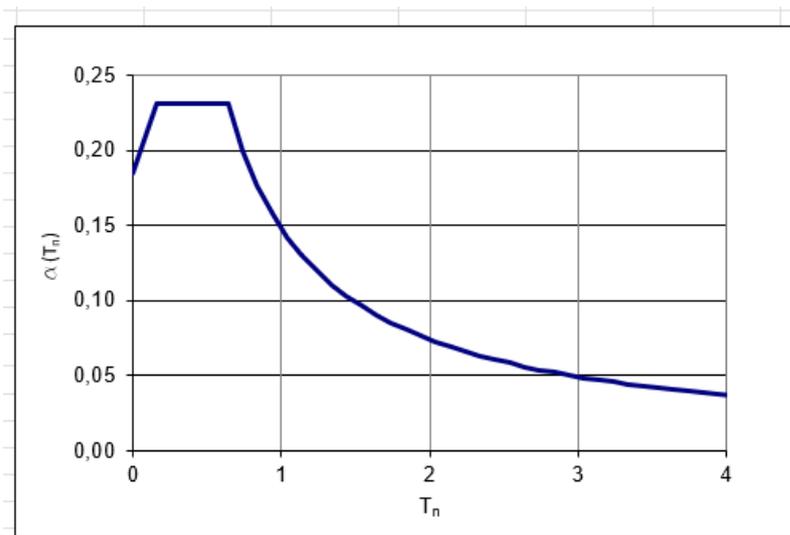
**Tabla 2.1**  
**COEFICIENTES DEL TERRENO**

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Además, la ductilidad del sistema se considerará media y un amortiguamiento del 5%.

4.2.2.2  $\mu=2$   $\Omega(\text{amortiguamiento})=5\%$

Mediante herramienta Excel se extrae el espectro de respuesta cuyos valores se introducirán en SAP2000 para el



cálculo de acciones sísmicas:

Ilustración 13. Espectro de respuesta

Parámetros		
ab	0,15	aceleración básica
ro	1,00	Coficiente de importancia
C	1,60	Coficiente de suelo
S		
	1,	
	2	
	3	
K	1,00	Coficiente de contribución
Ta	0,16	Periodo inicio parte plana

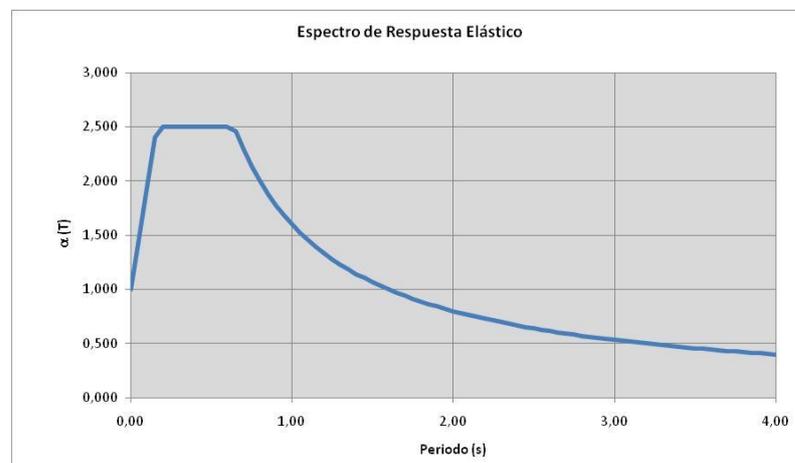
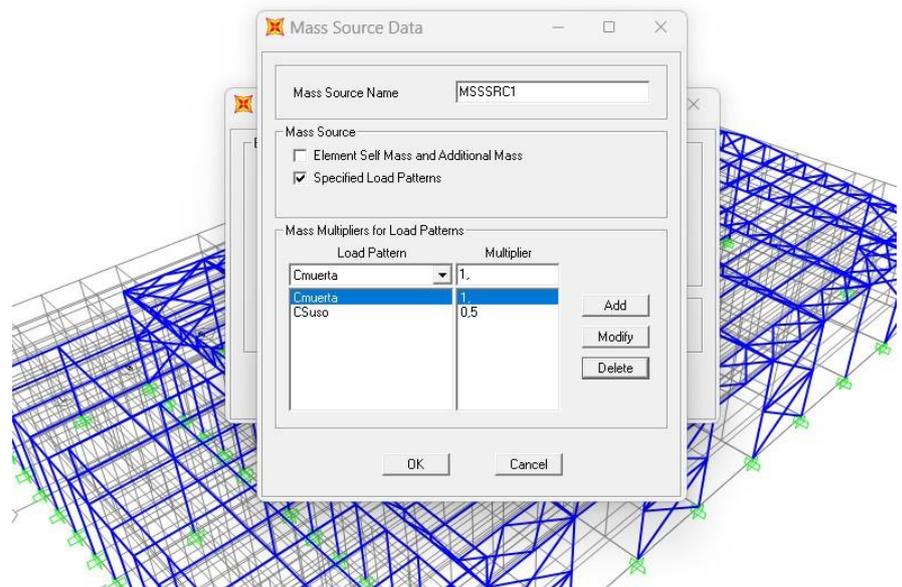
Tb	0,64	Periodo final parte plana
ac	0,19	Aceleración de cálculo
mu	2,00	Ductilidad
chi	5,00	% Amortiguamiento
beta	0,50	Coefficiente de respuesta

T <sub>n</sub>	R <sub>sa</sub>
0	0,185007
0,16	0,231258 75
0,64	0,231258 75
0,74	0,200007 57
0,84	0,176197 14
0,94	0,157452 77
1,04	0,142313 08
1,14	0,129829 47
1,24	0,119359 35
1,34	0,110451 94
1,44	0,102781 67
1,54	0,096107 53
1,64	0,090247 32
1,74	0,085060 69
1,84	0,080437 83
1,94	0,076291 55
2,04	0,072551 76
2,14	0,069161 5
2,24	0,066073

	93
2,34	0,063250 26
2,44	0,060658 03
2,54	0,058269 92
2,64	0,056062 73
2,74	0,054016 64
2,84	0,052114 65
2,94	0,050342 04
3,04	0,048686 05
3,14	0,047135 54
3,24	0,045680 74
3,34	0,044313 05
3,44	0,043024 88
3,54	0,041809 49
3,64	0,040660 88
3,74	0,039573 69
3,84	0,038543 13
3,94	0,037564 87
4,04	0,036635 05

Cálculo de la masa, la masa propia no la consideramos en este caso.

#### 4.2.2.3 $CM*1+Suso*0.5$



#### 4.2.2.4 Combinaciones de hipótesis

En cuanto a las hipótesis a establecer para realizar el cálculo de la estructura, han de tenerse en cuenta los distintos estados de carga estará sometida, analizando cada una de estas situaciones, se obtendrán las envolventes de esfuerzos que proporcionarán el dimensionado de las piezas constituyentes de la estructura.

La combinación de acciones se lleva a cabo mediante la aplicación del apartado 4.2.2 del CTE SE, dónde determina la combinación de las acciones a llevar a cabo la comprobación de las distintas situaciones de proyecto:

#### SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Sin coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

### SITUACIONES SÍSMICAS

Con coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_A \cdot A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Sin coeficientes de combinación:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_A \cdot A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Dónde

$G_k$	Acción permanente
$Q_k$	Acción variable
$A_E$	Acción sísmica
$\gamma_G$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
$\gamma_{Q,1}$	Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
$\gamma_{Q,i}$	Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de

acompañamiento

( $i > 1$ ) para situaciones no sísmicas

( $i \geq 1$ ) para situaciones sísmicas

$\gamma_A$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

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

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

( $i > 1$ ) para situaciones no sísmicas

( $i \geq 1$ ) para situaciones sísmicas

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

E.L.U. DE ROTURA. HORMIGÓN EN CIMENTACIONES. EHE-08, CTE

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1,000	1,350	-	-
Sobrecarga (Q)	0,000	1,500	1,000	0,000
Viento (Q)	0,000	1,500	1,000	0,600
Nieve (Q)	0,000	1,500	1,000	0,500

El valor del coeficiente de combinación, en el caso de acompañamiento para el caso de la sobrecarga, es nulo, dado que se trata de una cubierta únicamente accesible para mantenimiento.

<b>Sísmica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1,000	1,000	-	-
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Viento (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Nieve (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Sismo (E)	-1,000	1,000	1,000	0,30 <sup>(1)</sup>

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO. CTE DB-SE A

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0,800	1,350	-	-
Sobrecarga (Q)	0,000	1,500	1,000	0,000
Viento (Q)	0,000	1,500	1,000	0,600
Nieve (Q)	0,000	1,500	1,000	0,500

<b>Sísmica</b>
----------------

	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1,000	1,000	-	-
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Viento (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Nieve (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Sismo (E)	-1,000	1,000	1,000	0,30 <sup>(1)</sup>

*Notas:*  
<sup>(1)</sup> Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1,000	1,000	-	-
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000	0,000	0,000
Viento (Q)	0,000	1,000	0,500	0,000
Nieve (Q)	0,000	1,000	0,200	0,000

TENSIONES SOBRE EL TERRENO

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,000	1,000
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000
Viento (Q)	0,000	1,000
Nieve (Q)	0,000	1,000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,000	1,000
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000
Viento (Q)	0,000	0,000
Nieve (Q)	0,000	1,000
Sismo (E)	-1,000	1,000

DESPLAZAMIENTOS

Acciones variables sin sismo
------------------------------

	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1,000	1,000
Sobrecarga (Q)	0,000	1,000
Viento (Q)	0,000	1,000
Nieve (Q)	0,000	1,000

<b>Sísmica</b>		
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Viento (Q)	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para los estados límites últimos son:

	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )	
	Persistente o transitoria	Accidental
Hormigón ( $\gamma_c$ )	1,5	1,30
Acero Pasivo ( $\gamma_s$ )	1,15	1,0
Acero Estructural	1,25	

#### NOMBRE DE LAS HIPÓTESIS DE CÁLCULO

En la siguiente tabla, se muestran los nombres de las distintas hipótesis de cálculo consideradas en el diseño de la estructura.

- G: Carga permanente
- Q 1: Sobrecarga de uso
- V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 con presión interior
- V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 con presión interior
- V(90°) H1: Viento a 90° con succión interior
- V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 con succión interior

V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 con succión interior

V(270°) H1: Viento a 270° con succión interior

SX Sismo X

SY Sismo Y

Nieve: estado inicial (H1-Libre H1-Libre) (H1-Libre H1-Libre)

Nieve: redistribución 1 (H2-Libre H2-Libre) (H1-Libre H1-Libre)

Nieve: redistribución 2 (H1-Libre H1-Libre) (H2-Libre H2-Libre)

#### COMBINACIONES DE HIPÓTESIS

En los cuadros siguientes, se acompañan las combinaciones realizadas para cada uno de los distintos estados límites correspondientes a los distintos materiales que intervienen en la obra; hormigón en la cimentación y Acero estructural en la estructura metálica de la nave:

**E.L.U. de Rotura. Acero Laminado.**

1.- Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias y sísmicas.

Comb.	G	Q 1	V(0°) HI	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	SX	SY	Nieve: estado inicial	Nieve: redistribución 1	Nieve: redistribución 2
1	0.800												
2	1.350												
3	0.800	1.500											
4	1.350	1.500											
5	0.800		1.500										
6	1.350		1.500										
7	0.800	1.500	0.900										
8	1.350	1.500	0.900										
9	0.800			1.500									
10	1.350			1.500									
11	0.800	1.500		0.900									
12	1.350	1.500		0.900									
13	0.800				1.500								
14	1.350				1.500								
15	0.800	1.500			0.900								
16	1.350	1.500			0.900								
17	0.800					1.500							
18	1.350					1.500							
19	0.800	1.500				0.900							
20	1.350	1.500				0.900							
21	0.800						1.500						
22	1.350						1.500						
23	0.800	1.500					0.900						
24	1.350	1.500					0.900						
25	0.800							1.500					
26	1.350							1.500					
27	0.800	1.500						0.900					
28	1.350	1.500						0.900					
29	0.800									1.500			
30	1.350									1.500			
31	0.800		0.900								1.500		
32	1.350		0.900								1.500		
33	0.800			0.900							1.500		
34	1.350			0.900							1.500		
35	0.800				0.900						1.500		
36	1.350				0.900						1.500		
37	0.800					0.900					1.500		
38	1.350					0.900					1.500		
39	0.800						0.900				1.500		
40	1.350						0.900				1.500		
41	0.800							0.900			1.500		
42	1.350							0.900			1.500		
43	0.800	1.500									0.750		
44	1.350	1.500									0.750		
45	0.800		1.500								0.750		
46	1.350		1.500								0.750		
47	0.800	1.500	0.900								0.750		
48	1.350	1.500	0.900								0.750		
49	0.800			1.500							0.750		
50	1.350			1.500							0.750		
51	0.800	1.500		0.900							0.750		
52	1.350	1.500		0.900							0.750		
53	0.800				1.500						0.750		
54	1.350				1.500						0.750		
55	0.800	1.500			0.900						0.750		
56	1.350	1.500			0.900						0.750		
57	0.800					1.500					0.750		
58	1.350					1.500					0.750		
59	0.800	1.500				0.900					0.750		

Comb.	G	Q 1	V(0°) HI	V(0°) H2	V(90°) HI	V(180°) HI	V(180°) H2	V(270°) HI	SX	SY	Nieve: estado inicial	Nieve: redistribución 1	Nieve: redistribución 2
60	1.350	1.500				0.900					0.750		
61	0.800						1.500				0.750		
62	1.350						1.500				0.750		
63	0.800	1.500					0.900				0.750		
64	1.350	1.500					0.900				0.750		
65	0.800							1.500			0.750		
66	1.350							1.500			0.750		
67	0.800	1.500						0.900			0.750		
68	1.350	1.500						0.900			0.750		
69	0.800											1.500	
70	1.350											1.500	
71	0.800		0.900									1.500	
72	1.350		0.900									1.500	
73	0.800			0.900								1.500	
74	1.350			0.900								1.500	
75	0.800				0.900							1.500	
76	1.350				0.900							1.500	
77	0.800					0.900						1.500	
78	1.350					0.900						1.500	
79	0.800						0.900					1.500	
80	1.350						0.900					1.500	
81	0.800							0.900				1.500	
82	1.350							0.900				1.500	
83	0.800	1.500										0.750	
84	1.350	1.500										0.750	
85	0.800		1.500									0.750	
86	1.350		1.500									0.750	
87	0.800	1.500	0.900									0.750	
88	1.350	1.500	0.900									0.750	
89	0.800			1.500								0.750	
90	1.350			1.500								0.750	
91	0.800	1.500		0.900								0.750	
92	1.350	1.500		0.900								0.750	
93	0.800				1.500							0.750	
94	1.350				1.500							0.750	
95	0.800	1.500			0.900							0.750	
96	1.350	1.500			0.900							0.750	
97	0.800					1.500						0.750	
98	1.350					1.500						0.750	
99	0.800	1.500				0.900						0.750	
100	1.350	1.500				0.900						0.750	
101	0.800						1.500					0.750	
102	1.350						1.500					0.750	
103	0.800	1.500					0.900					0.750	
104	1.350	1.500					0.900					0.750	
105	0.800							1.500				0.750	
106	1.350							1.500				0.750	
107	0.800	1.500						0.900				0.750	
108	1.350	1.500						0.900				0.750	
109	0.800												1.500
110	1.350												1.500
111	0.800		0.900										1.500
112	1.350		0.900										1.500
113	0.800			0.900									1.500
114	1.350			0.900									1.500
115	0.800				0.900								1.500
116	1.350				0.900								1.500
117	0.800					0.900							1.500
118	1.350					0.900							1.500
119	0.800						0.900						1.500
120	1.350						0.900						1.500
121	0.800							0.900					1.500
122	1.350							0.900					1.500
123	0.800	1.500											0.750
124	1.350	1.500											0.750
125	0.800		1.500										0.750
126	1.350		1.500										0.750
127	0.800	1.500	0.900										0.750

Comb.	G	Q 1	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	SX	SY	Nieve: estado inicial	Nieve: redistribución 1	Nieve: redistribución 2
128	1.350	1.500	0.900										0.750
129	0.800			1.500									0.750
130	1.350			1.500									0.750
131	0.800	1.500		0.900									0.750
132	1.350	1.500		0.900									0.750
133	0.800				1.500								0.750
134	1.350				1.500								0.750
135	0.800	1.500			0.900								0.750
136	1.350	1.500			0.900								0.750
137	0.800					1.500							0.750
138	1.350					1.500							0.750
139	0.800	1.500				0.900							0.750
140	1.350	1.500				0.900							0.750
141	0.800						1.500						0.750
142	1.350						1.500						0.750
143	0.800	1.500					0.900						0.750
144	1.350	1.500					0.900						0.750
145	0.800							1.500					0.750
146	1.350							1.500					0.750
147	0.800	1.500						0.900					0.750
148	1.350	1.500						0.900					0.750
149	1.000								-0.300	-1.000			
150	1.000								0.300	-1.000			
151	1.000								-0.300	1.000			
152	1.000								0.300	1.000			
153	1.000								-1.000	-0.300			
154	1.000								1.000	-0.300			
155	1.000								-1.000	0.300			
156	1.000								1.000	0.300			

4.2.3 Modelización estructural.

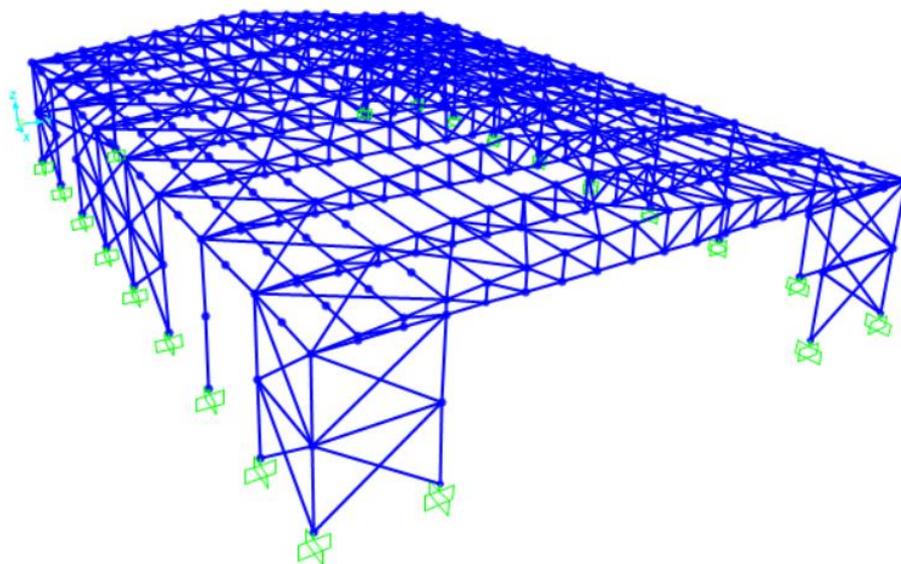
La estructura se ha modelizado para su cálculo en barras rectas que se unen en puntos (nudos), de modo que efectuando un análisis matricial, se obtienen los esfuerzos originados por las cargas definidas para cada una de las hipótesis de cálculo consideradas, para posteriormente proceder a su combinación y determinar la sección necesaria en cada caso.

La estructura para el pretratamiento, se define del siguiente modo:

- ✓ Pórticos :
  - Pilares: .....HEB-300
  - Vigas: .....IPE-300
- ✓ Pórticos simétricos a dos aguas

- Inclinación de la cubierta:..... 15°
- ✓ Separación entre pórticos:..... 6,00 m
- ✓ Luz entre ejes de pilares: ..... 8,00 m
- ✓ Altura de pilares:..... 8,00 m
- ✓ Altura máxima: ..... 10 m.
- ✓ Vigas de atado: ..... IPE300
- ✓ Correas de cubierta: ..... IPE360
- ✓ Arriostramienos:
  - Cruces de San Andrés:..... Tubo90x90x10

En el siguiente esquema, se muestra el entramado de barras en el que se ha discretizado la estructura, en la que pueden identificarse los nudos generados, y por tanto las barras.



En las tablas siguientes, se identifican por sus coordenadas, cada uno de los nudos que se han definido para el cálculo de la estructura, así como el tipo de apoyo de cada uno de ellos, indicando las coacciones sobre los mismos:

## NUDOS

Referencias:

U1, U2, U3: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

R1, R2, R3: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'Yes' si está coaccionado y, en caso contrario, con 'No'.

TABLE: Joint Restraint Assignments						
Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No	Yes/No
3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
7	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
12	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
21	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
22	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
26	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
27	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
31	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
32	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
36	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
37	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
41	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
42	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
46	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
47	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
51	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
52	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
56	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
59	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
63	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

**TABLE: Assembled Joint Masses**

Joint	U1	U2	U3	R1	R2
Text	KN-s2/m	KN-s2/m	KN-s2/m	KN-m-s2	KN-m-s2
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0,3	0,3	0,3	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0,3	0,3	0,3	0	0
10	0,3	0,3	0,3	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
15	0,3	0,3	0,3	0	0
18	0,07484	0,07484	0,07484	0	0
19	0,15	0,15	0,15	0	0
20	0,07484	0,07484	0,07484	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0
23	0,15	0,15	0,15	0	0
24	0,3	0,3	0,3	0	0
25	0,15	0,15	0,15	0	0
26	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0
28	0,15	0,15	0,15	0	0
29	0,3	0,3	0,3	0	0
30	0,15	0,15	0,15	0	0
31	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0
33	0,15	0,15	0,15	0	0
34	0,3	0,3	0,3	0	0
35	0,15	0,15	0,15	0	0
36	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0
38	0,15	0,15	0,15	0	0
39	0,3	0,3	0,3	0	0
40	0,15	0,15	0,15	0	0
41	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0
43	0,15	0,15	0,15	0	0
44	0,3	0,3	0,3	0	0
45	0,15	0,15	0,15	0	0
46	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0

48	0,15	0,15	0,15	0	0
49	0,3	0,3	0,3	0	0
50	0,15	0,15	0,15	0	0
51	0	0	0	0	0
52	0	0	0	0	0
53	0,15	0,15	0,15	0	0
54	0,3	0,3	0,3	0	0
55	0,15	0,15	0,15	0	0
56	0	0	0	0	0
57	0,3	0,3	0,3	0	0
58	0,3	0,3	0,3	0	0
59	0	0	0	0	0
60	0,07484	0,07484	0,07484	0	0
61	0,15	0,15	0,15	0	0
62	0,07484	0,07484	0,07484	0	0
63	0	0	0	0	0
64	0,3	0,3	0,3	0	0

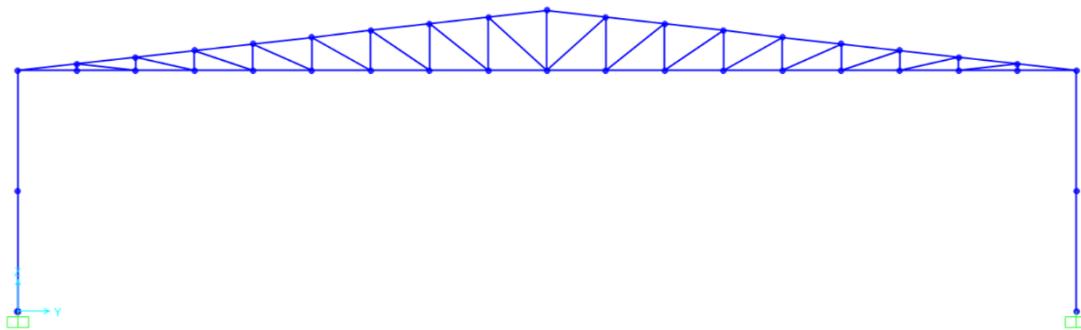
### **MATERIALES UTILIZADOS**

Materiales utilizados						
Material		E	G	$\sigma_e$	$\alpha_t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(GPa)	(GPa)	(GPa)	(m/m°C)	(kN/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	S355	206,01	79,23	0,28	1,2e-005	77,01
Notación: <i>E: Módulo de elasticidad</i> <i>G: Módulo de cortadura</i> <i><math>\sigma_e</math>: Límite elástico</i> <i><math>\alpha_t</math>: Coeficiente de dilatación</i> <i><math>\gamma</math>: Peso específico</i>						

### **COMPROBACIONES ELU EN BARRAS.**

Una vez definidos todos los parámetros que han sido expuestos en los puntos anteriores se introducen en el SAP2000, se ejecutará un análisis para todos los perfiles en el que se verificarán, para todas las combinaciones cargadas, la comprobación ELU. Se comprueba que el máximo valor de la SVM no supere 261,9 MPa. Si la tensión fuese mayor 261,9 MPa, se aumentarían los perfiles de las barras afectadas y se repetiría el proceso.

La barra con el mayor SVM se encuentra en el pórtico 6. Se trata de la viga derecha para la Comb48 y es de 145,54 Mpa.



### COMPROBACIONES ELS EN BARRAS.

Se atiende en esta comprobación a la condición de deformación.

Se comprueba el desplome máximo en vigas no supere  $L/300$ , siendo  $L$  la longitud de la viga.

Se comprueba el desplome máximo en pilares no superior a  $L/250$ .  $L$  será la altura de este.

Entrando al SAP2000, realizado el análisis, se comprueba esta flecha máxima en cada pilar y barra que no se superan los valores máximos.

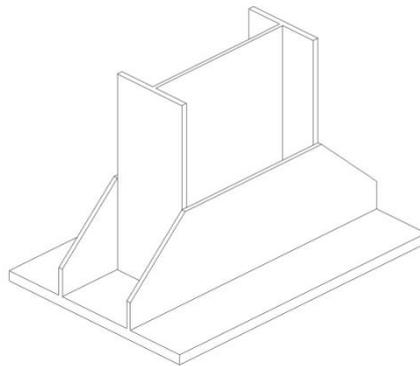
### 4.3.- Elementos estructurales de la estructura de la nave.

Tras los cálculos realizados, los elementos resistentes que constituyen la estructura son los que se indican a continuación:

✓ Estructura Metálica

○ Pórticos

- Pilares: ..... HEB-300
- Vigas: ..... IPE-300
- Placas de anclaje:
  - Ancho: ..... 300 mm
  - Largo: ..... 400 mm
  - Espesor: ..... 18 mm
  - Pernos: ..... 4 Ø 16
  - Soldado sólo 1/3 del alma (Articulación)



○ Vigas de atado:

- Arriostrado de pórticos: ..... IPE-360
- Coronación: ..... IPE-360

○ Arriostramientos en cubierta:

- Tipo ..... Cruz de San Andrés
- Ubicación: ..... Vanos extremos
- Sección: ..... TUBO90x90x10

○ Arriostramientos laterales:

- Tipo ..... Cruz de San Andrés
- Ubicación: ..... Vanos extremos
- Sección: ..... TUBO90x90x10
- Correas de cubierta:
  - Correas: ..... TUBO90x90x10
  - Entreeje: ..... 1,00 m
- ✓ Cimentación.
  - Zapatas pórticos centrales.
    - Tipo: ..... Cuadradas centradas
    - Ancho: ..... 220 cm.
    - Largo: ..... 220 cm.
    - Espesor: ..... 100 cm.
    - Hormigón: ..... HA-25/B/20/IIa
    - Acero: ..... B-500S
    - Armado inferior: ..... # Ø 12 c/ 12,5 cm.
    - Armado superior: ..... # Ø 12 c/ 12,5 cm.
  - Zapatas Pilares de esquina.
    - Tipo: ..... Cuadradas centradas
    - Ancho: ..... 220 cm.
    - Largo: ..... 220 cm.
    - Espesor: ..... 100 cm.
    - Hormigón: ..... HA-25/B/20/IIa
    - Acero: ..... B-500S
    - Armado inferior: ..... # Ø 12 c/ 12,5 cm.
    - Armado superior: ..... # Ø 12 c/ 12,5 cm.
  - Zapatas Pilares centrales.
    - Tipo: ..... Cuadradas excéntrica
    - Ancho: ..... 250 cm.
    - Largo: ..... 275 cm.
    - Espesor: ..... 150 cm.
    - Hormigón: ..... HA-25/B/20/IIa
    - Acero: ..... B-500S
    - Armado inferior: ..... # Ø 16 c/ 15 cm.

- Armado superior: .....# Ø 12 c/ 15 cm.
- Vigas riostra.
  - Tipo:..... Cuadrada
  - Ancho:.....40 cm.
  - Canto:.....40 cm.
  - Hormigón: ..... HA-25/B/20/IIa
  - Acero: ..... B-500S
  - Armadura longitudinal:.....4 Ø 16
  - Armadura transversal:.....Est. Ø 8 c/ 30 cm.

## 5.- CIMENTACIONES.

Las cimentaciones de los pilares están diseñadas en base a zapatas aisladas e iguales entre ellas. El tipo de pilares HEB 300, tiene dimensiones de: 300 x 300 mm.

El hormigón por emplear es HA-25/B/20/XC2 y el acero de las armaduras B-400S:

- $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
- Densidad del hormigón de la zapata es  $\delta=25 \text{ kN/m}^3$
- Recubrimiento de las armaduras 50 mm.
- Diámetro de las barras de acero para el armado de la zapata Ø15 mm

Como ya se ha mencionado previamente, la tensión admisible del terreno es de 0,2 MPa.

Tomaremos como fuerzas para analizar las recogidas gracias a los cálculos de SAP2000:

<b>N<sub>q</sub></b>	82,61 kN
<b>M<sub>q</sub></b>	76,04 kNm
<b>V<sub>q</sub></b>	24,24 kN

<b>N<sub>g</sub></b>	22,36 kN
<b>M<sub>g</sub></b>	12,3572 kNm

La acción sobre la cimentación es:

$$N_p = N_q + N_g = 82,608 + 22,36 = 104,968 \text{ kN}$$

$$M_p = M_q + M_g = 76,0436 + 12,3572 = 88,4 \text{ kNm}$$

Peso estimado de la zapata:

$$P_z = 0,1 \cdot N_p = 10,4968 \text{ kN}$$

### **E.L.U. Hundimiento**

Para las dimensiones de la base:

$$\sigma_{tadm} \geq \frac{N}{a \cdot b}$$

$$a = 2500 \text{ mm}$$

$$b = 2000 \text{ mm}$$

Para las zapatas rígidas se cumple:

$$v \leq 2 \cdot h \rightarrow h \geq \frac{v}{2} \Rightarrow \frac{a - ap}{4}$$

Como  $h = 565 \text{ mm}$  se recomienda tomar un múltiplo de  $50 \text{ mm}$ ,  $h = 600 \text{ mm}$

Verificamos la resistencia del terreno:

$$P_z = a \cdot b \cdot h \cdot \rho = 2,5 \cdot 2 \cdot 0,6 \cdot 25 = 75 \text{ kN}$$

$$N = N_p + P_z = 179,968 \text{ kN}$$

$$M = M_p + V \cdot h = 88,4 + 24,244 \cdot 0,6 = 102,9464 \text{ kN}$$

La excentricidad será:

$$e = \frac{M}{N} = 572,03 \text{ mm}$$

Puesto que:  $e > \frac{a}{6}$                        $572,03 \text{ mm} > 416,67 \text{ mm}$

La zapata está parcialmente comprimida,  
la tensión máxima ha de cumplir:

$$\sigma_1 = \frac{N}{a \cdot b} + \frac{M}{(a^2 \cdot \frac{b}{6})} \leq 1,25 \cdot \sigma_{tadm}$$

$$\sigma_1 = 0,085 \leq 0,25 \text{ MPa} \quad \text{CUMPLE}$$

Las dimensiones de las zapatas serían: 2500x2000x600mm 2500

### **E.L.U. Deslizamiento**

Debe cumplir  $V < R_d$

El cortante de la base del pilar transmitiendo a la zapata es  $V = V_g = 24,244 \text{ kN}$

La resistencia al deslizamiento en un terreno cohesivo viene dada por la expresión:

$$R_d = \frac{A_z \cdot c_d}{\gamma_R}$$

$A_z$  es la base de la zapata =  $2500 \times 2000 = 5.000.000 \text{ mm}^2$

Cohesión de cálculo del terreno  $c_d$ :  $10 \text{ kN/m}^2$

Coefficiente de seguridad frente a deslizamiento  $\gamma_R = 1,5$

Sustituyendo,  $R_d = \frac{5 \cdot 10}{1,5} = 33,33 \text{ kN}$

Por lo tanto,  $V < R_d$                       **CUMPLE**

### E.L.U. Vuelco

Para que no se produzca el vuelco de la zapata, se ha de cumplir:

$$e < \frac{a}{4} \quad e = 572,03 < \frac{2500}{4} = 625 \quad \text{CUMPLE}$$

### E.L.U. Capacidad estructural

El valor de cálculo de las acciones será:

$$N_d = 1,35 \cdot N_g + 1,5 \cdot N_q = 154,1 \text{ kN}$$

$$M_d = 1,35 \cdot M_g + 1,5 \cdot M_q + 1,5 V_q \cdot h = 152,56 \text{ kNm}$$

La excentricidad vale:  $e_d = \frac{M_d}{N_d} = 990 \text{ mm}$

### Armadura paralela al lado a

La fuerza de tracción en el tirante es:

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} (x_1 - 0,25 \cdot a_p) = A_s \cdot f_{yd}$$

Siendo,  $R_{1d} \cong \frac{N_d}{2 \cdot a} (a + 3 \cdot e_d)$

$$x_1 = \frac{a}{4} \cdot \left( \frac{a + 4 \cdot e_d}{a + 3 \cdot e_d} \right)$$

$$d = h - r = 550 \text{ mm}$$

Sustituyendo valores:

$$R_{1d} \cong \frac{154,1}{2 \cdot 2500} \cdot (2500 + 3 \cdot 990) = 168,58 \text{ kN}$$

$$x_1 = \frac{2500}{4} \cdot \left( \frac{2500 + 4 \cdot 990}{2500 + 3 \cdot 990} \right) = 738,12 \text{ mm}$$

El área necesaria para la armadura será:

$$\text{Con } f_{yd} = f_{yk} / 1,15 = 500 / 1,15 = 434,78 \text{ MPa}$$

$$A_s = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d \cdot f_{yd}} \cdot (x_1 - 0,25 \cdot a_p) = 562,42 \text{ mm}^2$$

La cuantía geométrica mínima, según tabla, es el 0,0009 de la sección completa, para acero B500S

$$\text{Sección perpendicular al lado a: } \rho = \frac{A_s}{b \cdot h} \geq 0,0009$$

$$\text{Área de acero mínima: } A_s \geq 0,0009 \cdot 2000 \cdot 600 = 1080 \text{ mm}^2$$

Así pues, se considera esta área mínima necesaria para la armadura del lado a

$$\text{Se toma un diámetro (16mm) para las barras (sección } \pi \frac{D^2}{4} = 201,06 \text{ mm}^2)$$

$$\text{N}^\circ \text{ de barras: } 1080/201,06 = 5,37 ; \text{ luego: } n = 6$$

$$\text{Separación entre barras } s = \frac{b-2 \cdot rec}{5} = 380 > 300 \text{ mm} ; \text{ por lo que}$$

$\text{N}^\circ \text{ espacios} = \frac{b-2 \cdot rec}{300} \simeq 7 ;$  debemos poner 8 barras para que la separación no supere 30 cm.

Solución:

**8φ16 separadas 288 mm**

Armadura paralela al lado b

La fuerza de tracción en el tirante es:

$$Td = \frac{Nd}{6,80 \cdot d} \cdot (b - bp) = A_s \cdot f_{yd}$$

Así pues, el área necesaria para la armadura será:

$$A_s = \frac{Nd}{6,80 \cdot d \cdot f_{yd}} \cdot (b - bp)$$

Y sustituyendo se quedaría:

$$A_s = \frac{154,1 \cdot 10^3}{6,80 \cdot 550 \cdot 434,78} \cdot (2000 - 240) = 166,79 \text{ mm}^2$$

Según tabla, la cuantía geométrica mínima, como hemos dicho antes, es el 0,0009 de la sección completa, para acero B500S

$$\text{Sección perpendicular al lado b: } \rho = \frac{A_s}{a \cdot h} \geq 0,0009$$

$$\text{Área de acero mínima } A_s \geq 0,0009 \cdot 2500 \cdot 600 = 1350 \text{ mm}^2$$

En consecuencia se elegirá esta área última como la necesaria para la armadura.

Se toma un diámetro (16mm) para las barras (sección  $\pi \frac{D^2}{4} = 201,06 \text{ mm}^2$ )

Nº de barras:  $1350/201,06 = 6,71$  luego  $n = 7$

Separación entre barras

$$s = \frac{a - 2 \cdot rec}{n - 1} = \frac{2500 - 2 \cdot 50}{7 - 1} = 400 > 300 \text{ mm}$$

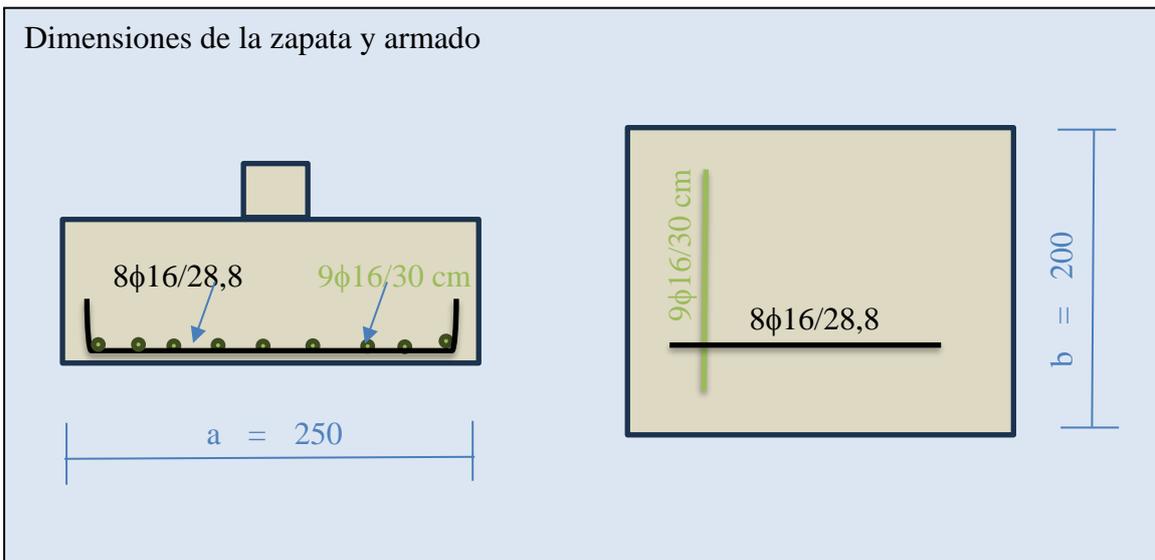
Por lo tanto, para una separación de 30 cm,

$$\frac{a - 2 \cdot rec}{300} = 8$$

Para que haya una separación menor de 30 cm se deberán colocar 9 barras

Solución:

**9φ16 separadas 300 mm**



DOCUMENTO 2:  
PLANOS

## **Documento 2: Planos**

Plano 1: Plano de situación en Crevillente

Plano 2: Plano de situación de la parcela

Plano 3: Plano de posición de la nave dentro de la parcela

Plano 4: Plano de distribución de actividades

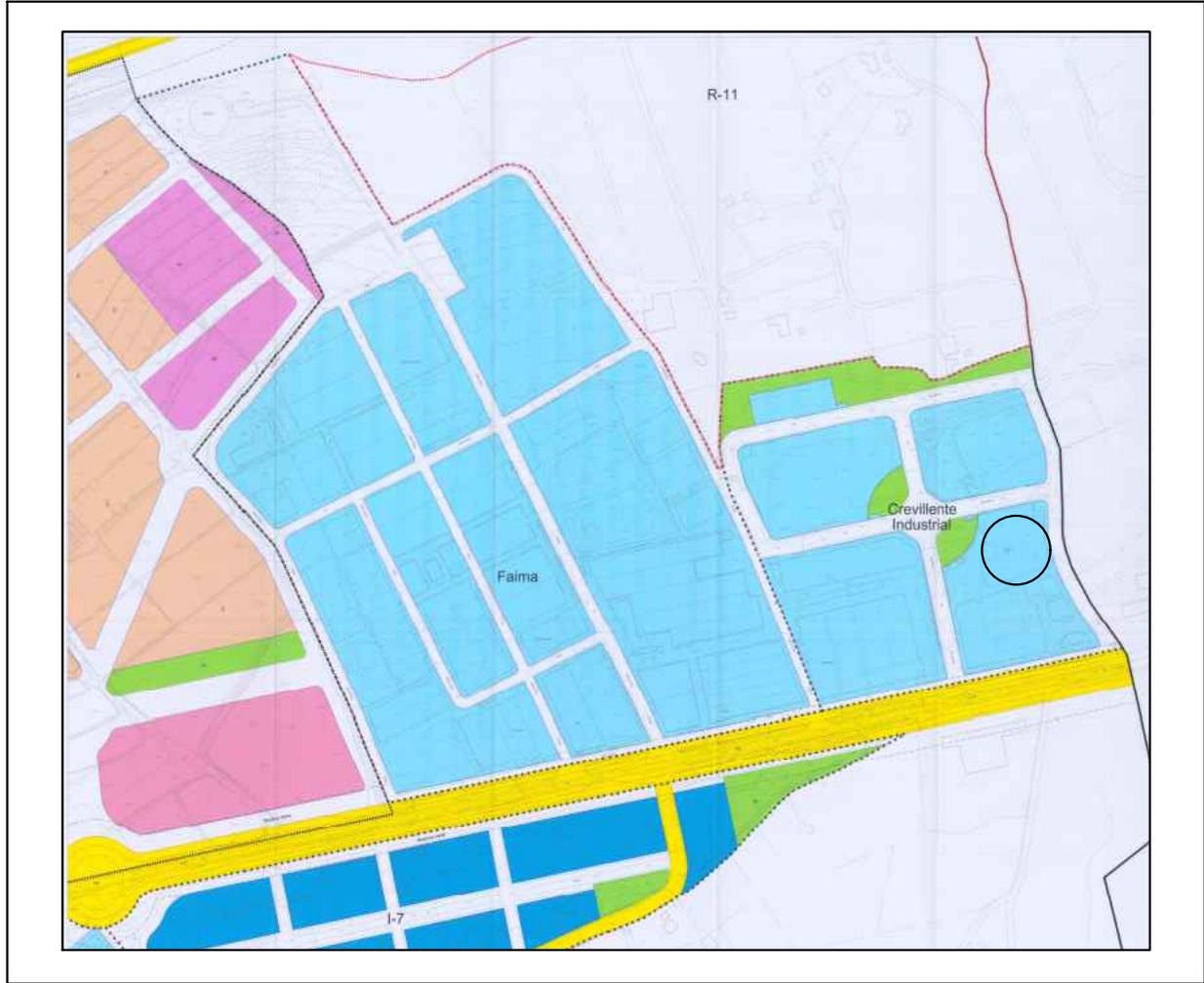
Plano 5: Plano de medidas

Plano 6: Plano de cimentación

Plano 7: Plano de pórticos

Plano 8: Plano de cubierta de la nave

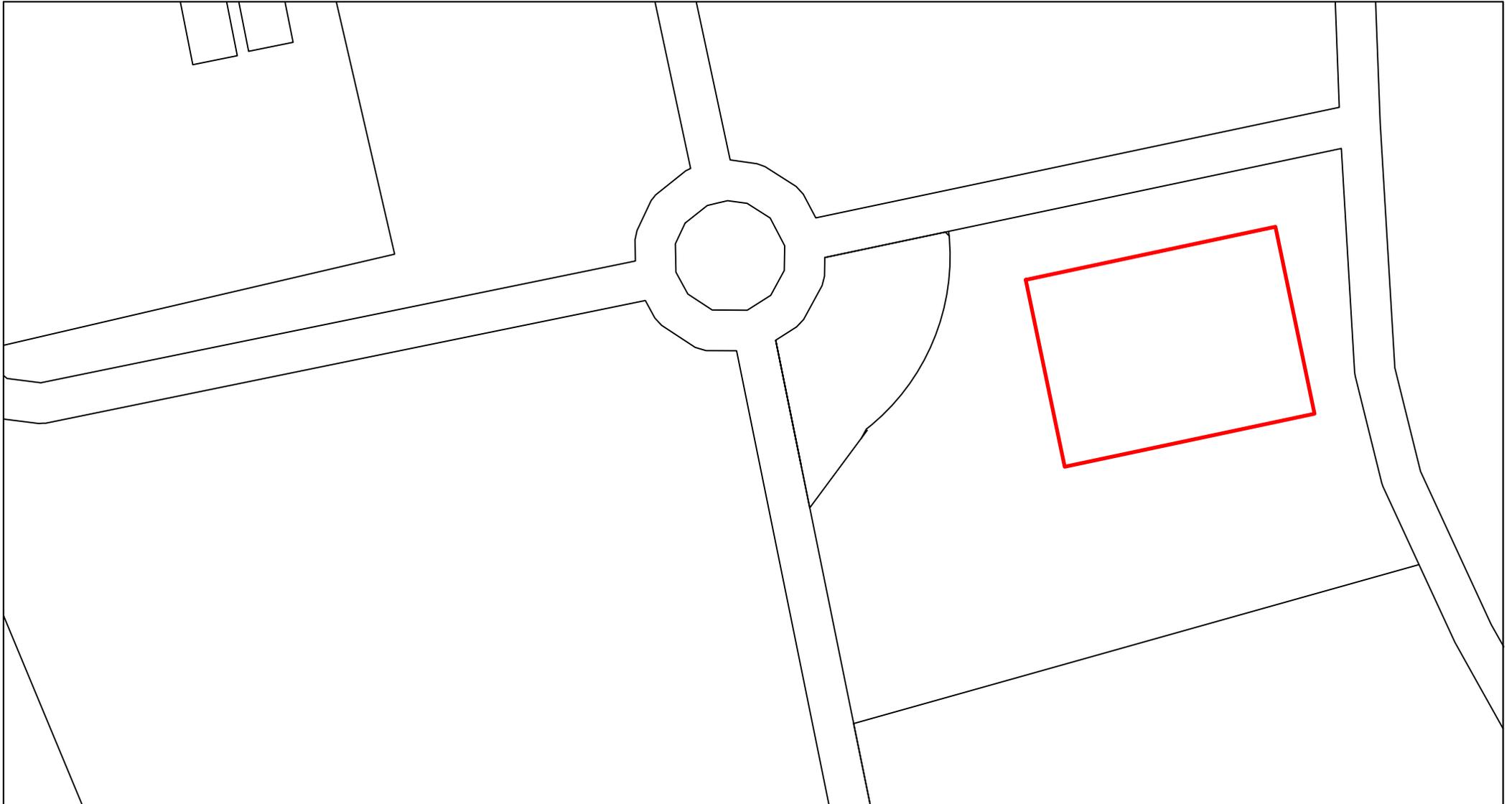
Plano 9: Plano lateral de la nave



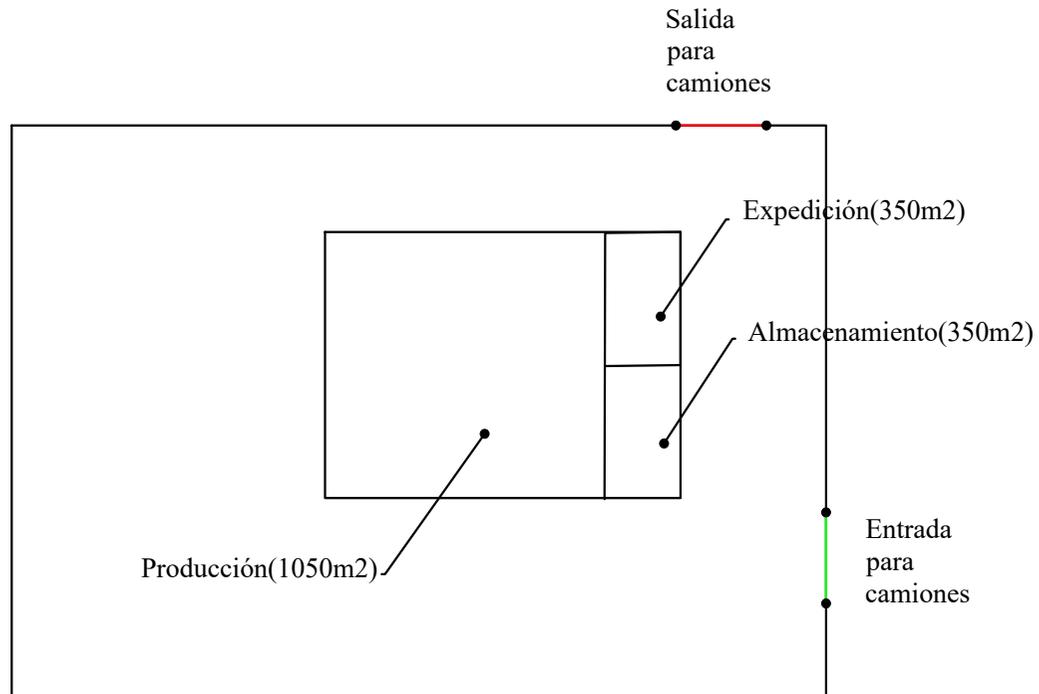
	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		<b>PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA</b> Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA	Denominación del plano			Número del plano
Sin escala	<b>Plano de situación en Crevillente</b>			1



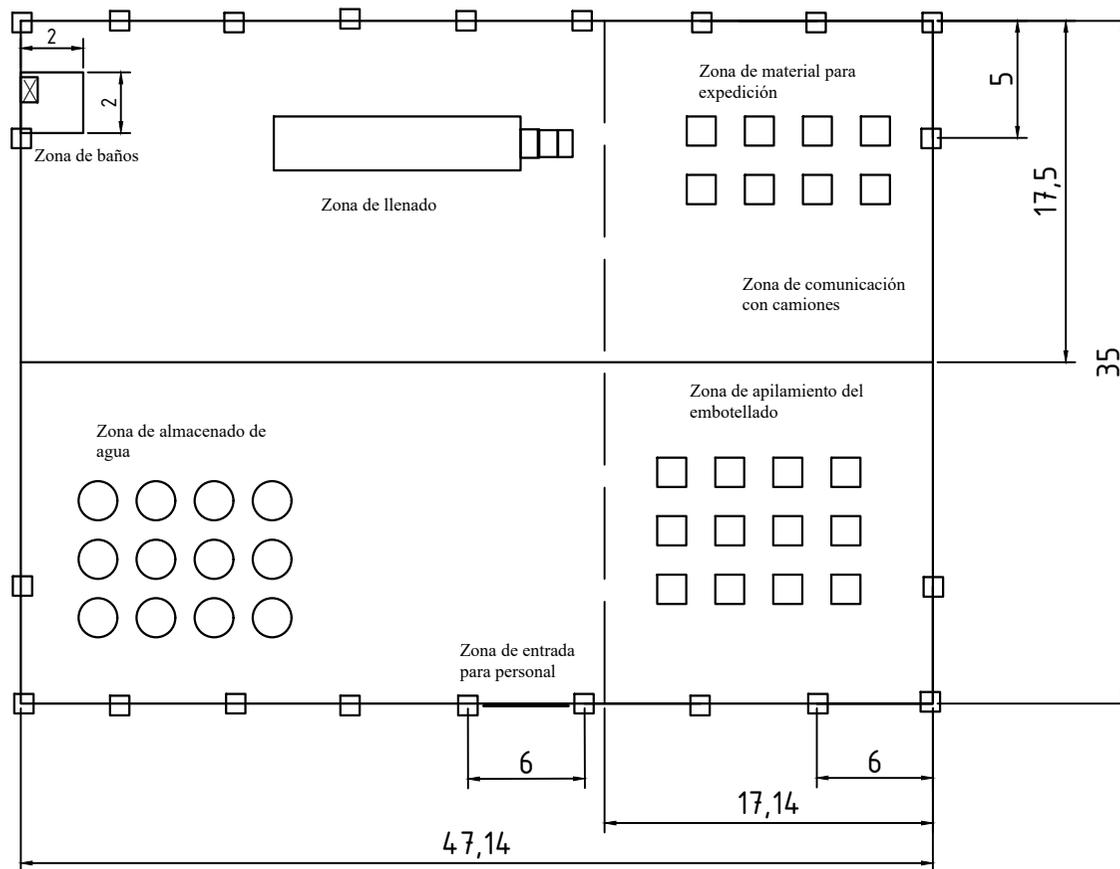
	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: <b>Diseño Nave Industrial en Crevillente</b> Autores: <b>Ricardo Fajardo López</b>
Diseñado	<b>Ricardo</b>	2022-23		
Dibujado	<b>Ricardo</b>	2022-23		
Comprobado	<b>Teresa</b>	2022-23		
ESCALA	Denominación del plano		Número del plano	
1:100	Plano de situación de la parcela		2	



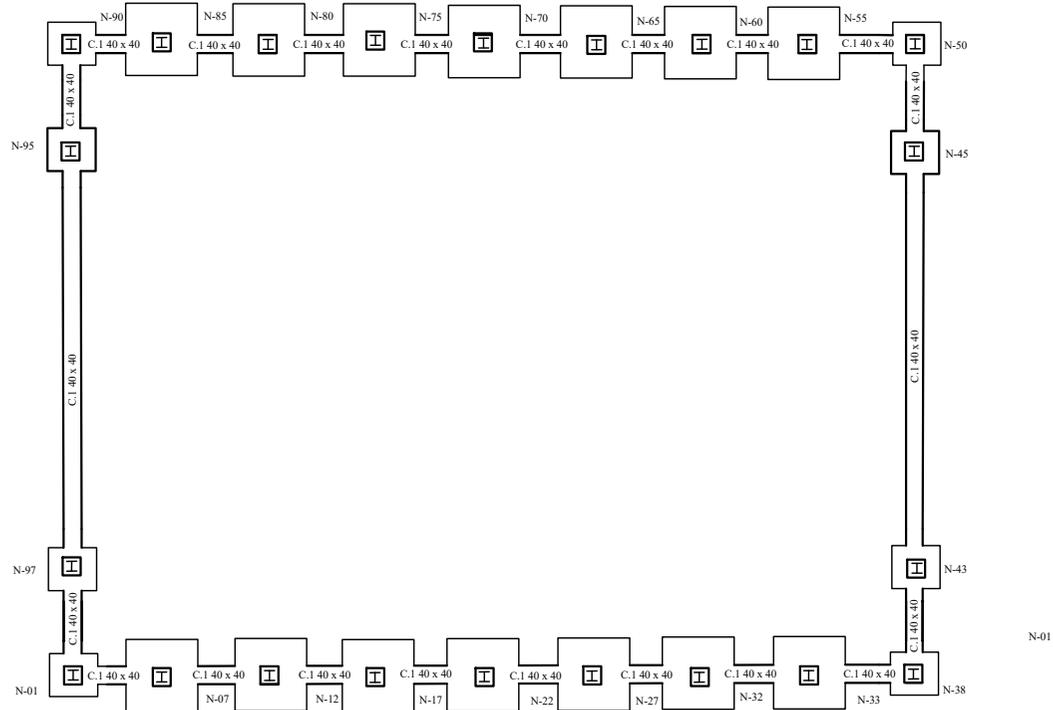
	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA	Denominación del plano			Número del plano
Sin escala	Plano posición de la nave dentro de la parcela			3



	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA 1:200	Denominación del plano <b>Plano de distribución de actividades</b>			Número del plano 4



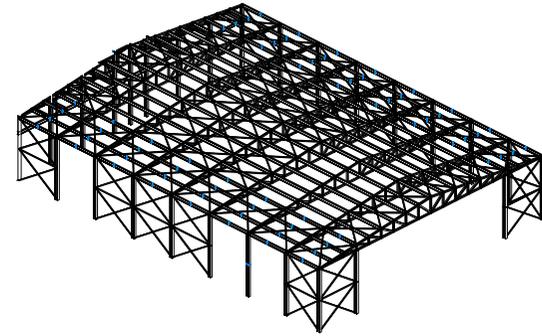
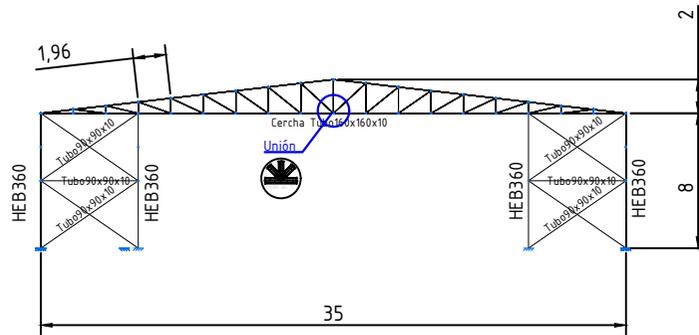
	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA 1:200	Denominación del plano <b>Plano de medidas</b>			Número del plano 5



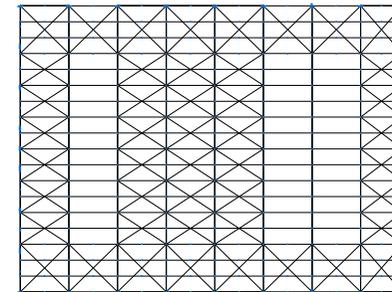
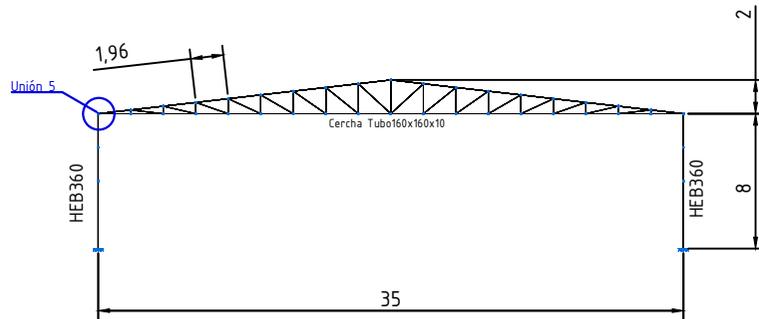
Placas de Anclaje (Pilares Hastiales)	300x300x15
Placas de Anclaje (Pilares Intermedios)	650x650x25
Zapata	2500x2000x600

	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA	Denominación del plano			Número del plano
1:100	Plano de cimentación			6

## Pórtico hastial frontal (J)

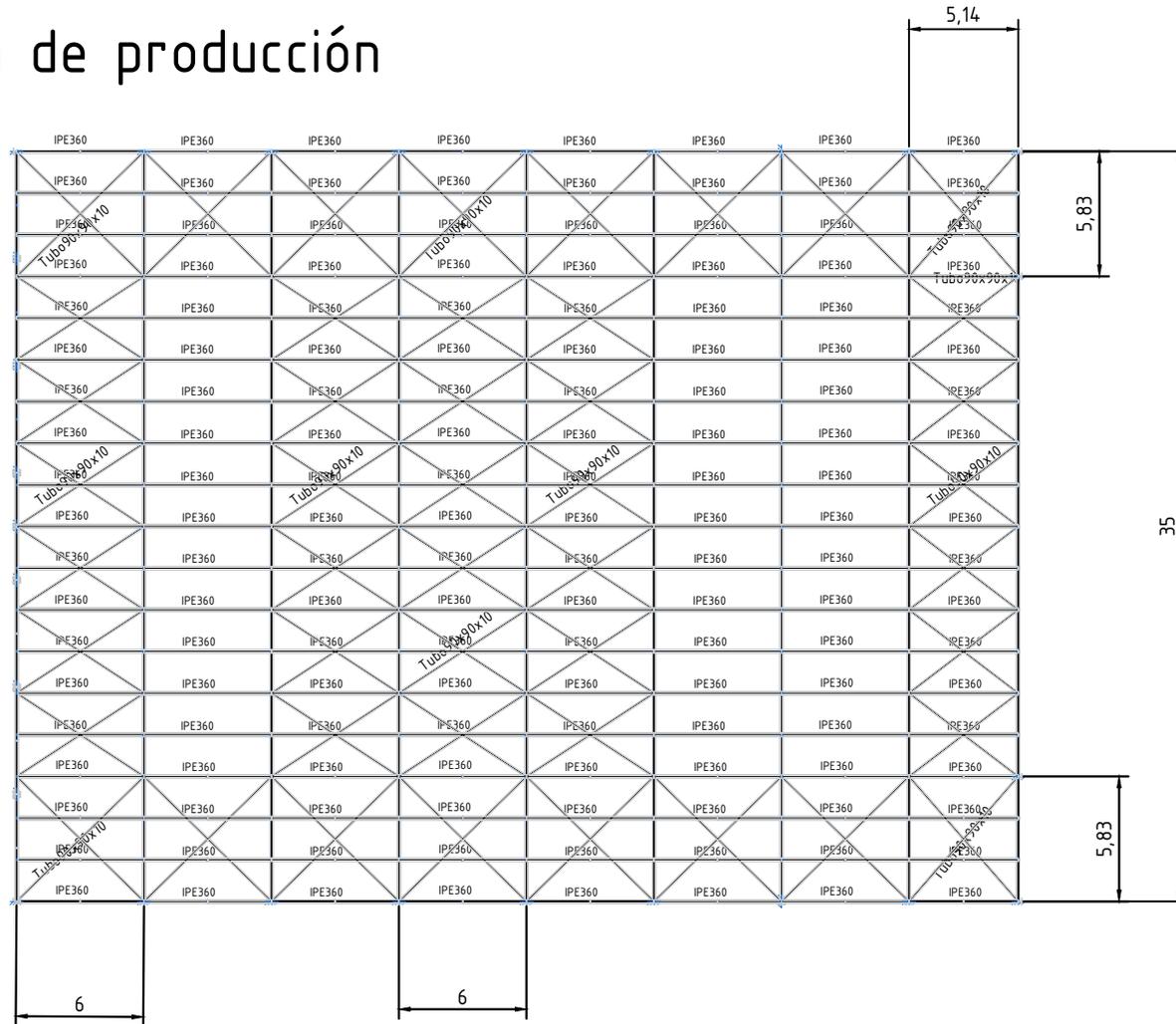


## Pórtico trasversal (C,D,E,F,G,H,I)



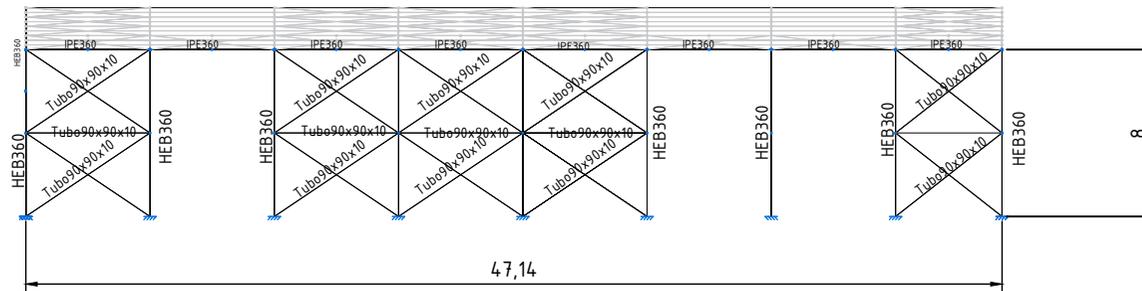
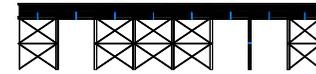
	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA 1:200	Denominación del plano <b>Plano de pórticos</b>			Número del plano 7

# Cubierta de producción

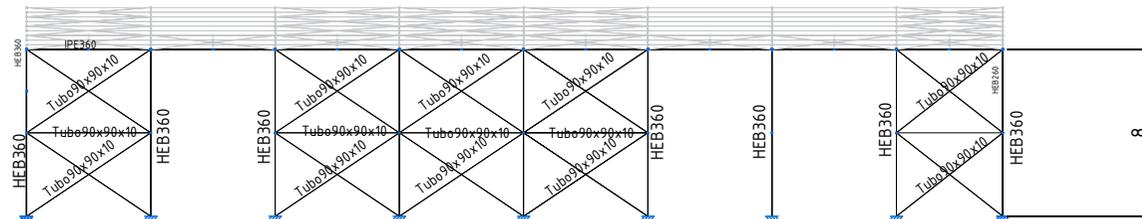


	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA 1:100	Denominación del plano Plano de Cubierta de la nave			Número del plano 8

Lateral (Y=0 metros)



Lateral (Y=35 metros)



	Nombre	Fecha	Firma	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO PROYECTO DE OFICINA TÉCNICA Título del proyecto: Diseño y cálculo de una nave industrial situado en Crevillente de planta de embotellado Autores: Ricardo Fajardo López
Diseñado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Dibujado	Ricardo Fajardo	2022-2023		
Comprobado	Teresa Real	2022-2023		
ESCALA 1:200	Denominación del plano Plano de lateral de la nave			Número del plano 9

# DOCUMENTO 03:

## Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

## Índice

1. OBJETO, DESCRIPCIÓN, ALCANCE Y SITUACIÓN DE LAS OBRAS .....	6
1.1. PROPÓSITO DE ESTE DOCUMENTO .....	6
1.2. DEFINICIÓN .....	6
1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	7
1.4. UBICACIÓN DE LAS OBRAS.....	7
2. DISPOSICIONES GENERALES .....	7
2.1. REPRESENTANTES DE LA COMUNIDAD Y EL CONTRATISTA .....	7
2.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO .....	8
2.3. DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA .....	9
2.4. CONFRONTACIÓN DE LOS PLANOS Y MEDIDAS .....	9
2.5. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	9
2.6. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA.....	10
2.7. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES QUE HAN DE EXIGIRSE .....	10
2.8. GASTOS GENERALES A CARGO DEL CONTRATISTA.....	11
2.9. PLAZO DE EJECUCIÓN .....	11
2.10. MODIFICACIONES Y RESCISIÓN.....	12
2.11. USO DE VÍAS PÚBLICAS .....	12
2.12. CONSERVACIÓN DEL PAISAJE.....	13
2.13. TRABAJOS NOCTURNOS.....	13
2.14. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO.....	13
2.15. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS .....	13
2.16. SUBCONTRATISTAS .....	14
2.17. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS.....	14
2.18. RECEPCIÓN PROVISIONAL .....	14
2.19. PLAZO DE GARANTÍA .....	14
2.20. ADVERTENCIAS SOBRE LA CORRESPONDENCIA .....	15

2.21. RESCISIÓN .....	15
2.22. LIBRO DE ÓRDENES .....	15
2.23. PRECIOS UNITARIOS .....	15
2.24. PRECIOS CONTRADICTORIOS .....	16
2.25. REVISIÓN DE PRECIOS.....	16
2.26. VICIOS OCULTOS .....	17
2.27. CERTIFICACIONES .....	17
2.28. RECEPCIÓN .....	17
2.29. LIQUIDACIÓN.....	17
3. NORMATIVA APLICABLE .....	18
3.1. PROPIEDAD:.....	18
3.2. OBRA CIVIL: .....	18
3.3. HIDRÁULICA: .....	18
3.4. MEDIO AMBIENTE: .....	19
3.5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS:.....	19
3.6. TECNOLOGÍA INDUSTRIAL Y GASES: .....	19
3.7. SEGURIDAD Y SALUD: .....	19
3.8. RESIDUOS: .....	20
3.9. ACCESIBILIDAD:.....	20
4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	20
4.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	20
4.2. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DICHOS DOCUMENTOS.....	21
4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO .....	22
5. UNIDADES DE OBRA: DESCRIPCIÓN, MATERIALES, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO .....	22
5.1. PRESCRIPCIONES GENERALES REFERENTES A LOS MATERIALES .....	22
5.1.1. PRESCRIPCIONES GENERALES .....	22
5.1.2. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PRESENTE PLIEGO .....	23

5.1.3. PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES.....	23
5.1.4. RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES .....	24
5.2. PRESCRIPCIONES GENERALES REFERENTES A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	24
5.2.1. CONDICIONES DE EJECUCIÓN .....	24
5.2.2. REPLANTEO.....	24
5.2.3. OCUPACIÓN DE SUPERFICIES .....	25
5.2.4. CIRCULACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	26
5.2.5. SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS DE EJECUCIÓN.....	26
5.2.6. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL .....	26
5.2.7. EQUIPO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	26
5.2.8. INSTALACIONES DE LA OBRA .....	27
5.3. CONDICIONES GENERALES DE MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.....	27
5.4. EXPLANACIONES, CIMENTACIONES Y ZANJAS .....	28
5.4.1. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO .....	28
5.4.4. CAPA DE GRAVILLA.....	30
5.4.5. EXCAVACIÓN EN TERRENO FLOJO .....	31
5.4.6. EXCAVACIONES EN CIMIENTOS Y POZOS.....	31
5.4.8. RELLENOS LOCALIZADOS CON MATERIALES DE EXCAVACIÓN.....	33
5.4.9. TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO .....	33
5.5. OBRAS DE FÁBRICA Y ESTRUCTURA.....	34
5.5.1. ENCOFRADOS EN ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA .....	34
5.5.2. HORMIGONADO EN ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA .....	35
5.5.4. ACERO LAMINADO GALVANIZADO .....	40
5.5.5. ACERO FORJADO.....	42
5.5.6. BORDILLOS.....	42
5.5.7. IMBORNALES .....	45
5.5.8. RIGOLAS DE HORMIGÓN .....	46

5.5.9. ACERAS CON BALDOSA HIDRÁULICA.....	47
5.6. FIRMES Y PAVIMENTOS .....	49
5.6.1. PAVIMENTO DE HORMIGÓN .....	49
5.6.2. PAVIMENTO BITUMINOSO .....	50
5.7. MATERIALES PARA JUNTAS DE OBRAS DE FÁBRICA .....	51
5.7.1. BANDAS DE PVC PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS .....	51
5.8. CONDUCCIONES Y ELEMENTOS AUXILIARES.....	51
5.8.1. TUBERÍA DE P.E.....	51
5.8.5. VÁLVULAS .....	54
5.8.6. CONTADOR DE AGUA DN100.....	56
5.9. PUERTAS METÁLICAS .....	56
5.10. OBRAS DE EDIFICACIÓN.....	57
5.10.1. NAVE INDUSTRIAL. ESTRUCTURA METÁLICA.....	57
5.10.5. PINTURA.....	63
5.10.5. REVESTIMIENTOS .....	69
5.10.6. CARPINTERÍA.....	71
5.10.7. SOLADOS Y ALICATADOS.....	72
5.10.8. VIDRIO .....	73
5.10.9. INSTALACIONES DE FONTANERÍA .....	73
5.11 DISTRIBUCIÓN DE FUERZA EN BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO .....	74
5.11.1 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN.....	74
5.11.2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	76
5.11.3. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD .....	76
5.11.4. CALIDAD DE LOS MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE ALUMBRADO .....	76
5.11.5. CUADRO GENERAL Y CUADRO DE ZONAS DE BAJA TENSIÓN.....	77
5.11.6. PROTECCIONES GENERALES .....	78
5.11.7. TOMAS DE TIERRA.....	78

5.12. UNIDADES DE OBRA NO INCLUIDAS EN EL PRESENTE PLIEGO .... **¡Error!**  
**Marcador no definido.**

## 1. OBJETO, DESCRIPCIÓN, ALCANCE Y SITUACIÓN DE LAS OBRAS

### 1.1. PROPÓSITO DE ESTE DOCUMENTO

El propósito de este conjunto de especificaciones es:

- Establecer las obras a las que se aplicará, detallando minuciosamente sus diferentes componentes.
- Identificar los documentos que complementarán estas Especificaciones Técnicas Particulares.
- Regular las relaciones entre las partes contratantes (Propiedad y Adjudicatario).
- Definir las condiciones obligatorias para el Plan de Trabajo durante la ejecución de las obras.
- Especificar las características de los materiales y las pruebas a las que serán sometidos para su aprobación.
- Detallar el método para la realización de las unidades de obra, su medición y pago correspondiente.

Definir otras disposiciones de carácter general impuestas en el contrato de ejecución

### 1.2. DEFINICIÓN

El presente conjunto de instrucciones, normas y especificaciones, denominado "Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares", junto con el contenido del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y los Planos del Proyecto, establece todos los requisitos técnicos necesarios para llevar a cabo las obras.

Estos documentos incluyen una descripción general y la ubicación de las obras, así como las condiciones que deben cumplir los materiales. También proporcionan instrucciones para la ejecución, medición y pago de las unidades de obra. En conjunto, estas directrices forman la normativa y la guía que el Contratista debe seguir en todo momento.

### 1.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este Pliego será aplicable a todas las fases de construcción, dirección, control e inspección de las obras que forman parte del proyecto titulado "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ECOPARQUE EN EL MUNICIPIO DE CREVILLENTE (ALICANTE)".

### 1.4. UBICACIÓN DE LAS OBRAS

Las obras a las que se refieren las cláusulas de este proyecto se encuentran ubicadas en el término municipal de Crevillente (Alicante), en la parcela de propiedad del M.I. Ayuntamiento de Crevillente, situada en el polígono industrial "Crevillente Industrial".

## 2. DISPOSICIONES GENERALES

### 2.1. REPRESENTANTES DE LA COMUNIDAD Y EL CONTRATISTA

Durante la ejecución de las obras, la Propiedad designará a un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o un Ingeniero Civil como su representante, quien será conocido como el Director de Obra. Este ingeniero se encargará de la inspección y supervisión periódica de la ejecución de las obras para garantizar el estricto cumplimiento de las cláusulas y el espíritu del contrato de ejecución. En caso de deficiencias o imprecisiones en el Proyecto, el Director de Obra brindará asesoramiento al Contratista sobre la mejor manera de llevar a cabo los trabajos, sin que esto implique una disminución de las responsabilidades del Contratista en la ejecución de las obras.

Por su parte, el Contratista, designará a un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o un Ingeniero Civil, o a un Técnico de Obras Públicas, con poderes y atribuciones suficientes para aceptar, en nombre del Contratista, certificaciones de obra, liquidaciones parciales o totales de las obras, precios contradictorios (si fuera necesario), cambios en los planes de trabajo comprometidos, entre otros asuntos.

Este ingeniero, que actuará como Jefe de los Trabajos de Ejecución, residirá en el lugar donde se desarrollen las obras y será el punto de contacto directo entre la Propiedad y el Contratista en todo lo relacionado con la ejecución de las obras.

## 2.2. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

En caso de que existan discrepancias entre lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y lo omitido en los Planos, o viceversa, ambas partes deberán llevar a cabo lo especificado en ambos documentos. Si se presentara una contradicción entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerán las instrucciones establecidas en este último.

Las omisiones en los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, así como las descripciones incorrectas de detalles de la obra que sean claramente necesarios para lograr el propósito o intención expresados en los Planos y el Pliego de Condiciones, o que sean considerados estándar o práctica común, no eximirán al Contratista de la obligación de llevar a cabo estos detalles de obra omitidos o incorrectamente descritos. Por el contrario, el Contratista deberá realizarlos como si hubieran sido completamente y correctamente especificados en los Planos y el Pliego de Condiciones.

Estas obras omitidas en el Proyecto se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones del Ingeniero Director, y su pago se ajustará según los Cuadros de Precios o precios contradictorios que se establezcan.

Si hubiera discrepancia entre las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y la normativa oficial española, el Contratista estará obligado a notificarlo por escrito a la Dirección Facultativa de las Obras.

En caso de incompatibilidad entre lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales y el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, prevalecerá este último.

### 2.3. DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA

Este Pliego será complementado por las condiciones económicas que puedan ser establecidas en el Anuncio del Concurso, las Bases de Ejecución de las Obras o en el Contrato de Escritura. Las condiciones de este Pliego serán de obligado cumplimiento hasta que sean anuladas o modificadas de manera expresa por los Anuncios, Bases, Contrato o Escritura antes mencionados.

### 2.4. CONFRONTACIÓN DE LOS PLANOS Y MEDIDAS

El Contratista deberá confrontar todos los planos facilitados tan pronto como los reciba, y deberá informar al Ingeniero Director de inmediato sobre cualquier contradicción que detecte.

### 2.5. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), la clasificación del contratista será la siguiente:

Grupo A) Movimiento de tierras y perforaciones.

- Subgrupo 1: Desmontes y vaciados.
- Subgrupo 2: Explanaciones.

Grupo C. Edificaciones.

- Subgrupo 2: Estructuras de fábrica u hormigón.

- Subgrupo 3: Estructuras metálicas.
- Subgrupo 4: Albañilería, revocos y revestidos.
- Subgrupo 6: Pavimentos, solados y alicatados.
- Subgrupo 9: Carpintería metálica.

## 2.6. RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

El Contratista deberá tener un conocimiento suficiente de las condiciones locales, los materiales que se utilizarán, su calidad y ubicación, así como de las circunstancias que puedan afectar a la ejecución y al costo de las obras. Es importante tener en cuenta que, a menos que se establezca lo contrario en el Pliego de Condiciones, el Contratista será responsable de la adquisición de cualquier información relevante para llevar a cabo adecuadamente las obras.

## 2.7. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES QUE HAN DE EXIGIRSE

El Contratista presentará a la aprobación de la Propiedad, antes del inicio de las obras, un programa detallado de trabajo que indique la fecha de finalización de las distintas unidades de obra, de acuerdo con el plazo total de ejecución acordado.

Este plan, una vez aprobado por la Propiedad, se incluirá en el Pliego de Condiciones del Proyecto y tendrá carácter contractual. Además, el Contratista proporcionará una lista completa de los servicios y maquinaria que se utilizarán en cada etapa del plan. Los medios propuestos quedarán asignados a la obra, y el Contratista no podrá retirarlos sin la autorización expresa del Director de Obra.

El plan de trabajo también incluirá una valoración parcial y acumulada de la obra programada, basada en los precios unitarios de adjudicación.

El Contratista deberá aumentar los medios auxiliares y el personal técnico si la Propiedad determina que es necesario para cumplir con los plazos previstos de ejecución.

La aceptación del plan y la lista de medios auxiliares propuestos no liberará al Contratista de su responsabilidad en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales acordados.

## 2.8. GASTOS GENERALES A CARGO DEL CONTRATISTA

Todos los gastos relacionados con el replanteo general o su verificación, así como los replanteos parciales, serán responsabilidad del Contratista. Además, el Contratista asumirá los costos de construcción, desmontaje y eliminación de todas las estructuras auxiliares; los gastos de protección de materiales y la obra contra daños, deterioro o incendios; los gastos relacionados con la construcción y mantenimiento de caminos provisionales o desvíos de tráfico, desagües, señales de tráfico y otros recursos necesarios para garantizar la seguridad dentro del área de obras; los costos de retirada de instalaciones, herramientas, materiales, etc., al finalizar la obra, así como la limpieza general del lugar. También, el Contratista se encargará del montaje, mantenimiento y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para las obras, incluyendo la adquisición de dichos recursos. Los gastos relacionados con la retirada de materiales rechazados y la corrección de deficiencias detectadas en ensayos y pruebas, ya sea debido a problemas de materiales o a una construcción deficiente, también serán asumidos por el Contratista. Los costos de ensayos y supervisión de las obras también estarán a su cargo.

Asimismo, el Contratista será responsable de los gastos derivados de la legalización de las instalaciones de suministro de energía y alumbrado público, así como de los boletines de instalación, los pagos de tasas, impuestos o cualquier otro derecho aplicable ante la propiedad o la compañía suministradora del servicio, y los costos de redacción de los correspondientes Proyectos de Legalización.

## 2.9. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de la obra será de CINCO (5) MESES, como se especifica en la Memoria del presente Proyecto. El cómputo del plazo se iniciará a partir del día siguiente a la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

## 2.10. MODIFICACIONES Y RESCISIÓN

El Contratista estará obligado a aceptar las modificaciones que la Propiedad ordene por escrito, siempre de acuerdo con los Pliegos y normas de rango superior. En caso contrario, el Contratista tendrá la opción de ejecutar las modificaciones o rescindir el contrato sin perder la fianza.

En situaciones excepcionales e imprevistas que requieran la fijación de un precio contradictorio, se establecerá de acuerdo con el Pliego de Condiciones Generales y antes de la ejecución de la obra correspondiente. Si, por alguna razón, la obra se ejecutara antes de llenar esta formalidad, el Contratista deberá aceptar los precios aprobados por el Ingeniero Director de Obra.

En caso de rescisión, el Contratista cederá a la Propiedad todas o parte de las instalaciones relevantes, que serán abonadas según los presupuestos y precios consignados en los proyectos aprobados para dichas instalaciones.

## 2.11. USO DE VÍAS PÚBLICAS

El Contratista deberá mantener en perfecto estado de limpieza las vías públicas utilizadas para el transporte de materiales y no causará obstáculos ni dificultades en la circulación. Se deben mantener señales de balizamiento y aclaraciones complementarias para garantizar la seguridad del tráfico ajeno a las obras. El Contratista será responsable de los costos de las señales y el personal de vigilancia necesario para asegurar la permanencia de las señales.

Las obras se realizarán de manera que el tráfico ajeno a ellas encuentre en todo momento un paso adecuado en caminos y servicios existentes, y se establecerán caminos provisionales si es necesario para desviar el tráfico, a expensas del Contratista. El cierre de caminos existentes al tráfico requerirá la previa autorización por escrito de la Dirección de Obra.

## 2.12. CONSERVACIÓN DEL PAISAJE

El Contratista tomará precauciones para minimizar el impacto estético y paisajístico de las operaciones e instalaciones necesarias para la ejecución del contrato. Protegerá árboles, hitos, vallas y otros elementos que puedan resultar dañados durante las obras y los restaurará si es necesario, a su costa.

El emplazamiento y aspecto estético de las instalaciones, construcciones, depósitos y acopios deberán ser autorizados por escrito por la Dirección de Obra.

## 2.13. TRABAJOS NOCTURNOS

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por la Dirección de las Obras y solo se realizarán en las unidades de obra indicadas. El Contratista deberá instalar y mantener los equipos de iluminación según lo ordenado por la Dirección de las Obras

## 2.14. RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD CON EL PÚBLICO

El Contratista obtendrá todas las licencias y permisos necesarios para la ejecución de las obras.

El Contratista será responsable de las indemnizaciones a terceros por daños ocasionados debido a señalización insuficiente o defectuosa imputable a él. También será responsable de indemnizar a terceros por perjuicios causados por interrupciones de servicios públicos o daños en sus bienes debido a operaciones relacionadas con la ejecución de las obras no contempladas en el proyecto o derivadas de una actuación negligente o culpable del Contratista. Además, el Contratista será responsable de cualquier canon o compensación económica acordada con el propietario por la extracción de tierras, áridos, etc.

## 2.15. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista debe facilitar la inspección realizada por la Dirección de las Obras, permitiendo la entrada a las instalaciones donde se construyan elementos prefabricados. La toma de muestras para ensayos deberá realizarse en presencia de la Dirección de las Obras, quien podrá rechazar resultados obtenidos sin su conocimiento o presencia.

## 2.16. SUBCONTRATISTAS

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin el consentimiento previo por escrito de la Dirección de las Obras. La solicitud de subcontrato debe incluir los datos necesarios para garantizar la capacidad suficiente del subcontratista para realizar los trabajos. La aceptación del subcontrato no eximirá al Contratista de su responsabilidad contractual. La Dirección de las Obras podrá excluir a subcontratistas que, habiendo sido aceptados previamente, no cumplan las condiciones requeridas para la ejecución de las obras.

## 2.17. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez terminadas las obras, todas las instalaciones temporales utilizadas para el servicio de la obra deberán ser demolidas antes de la recepción de las mismas. Las áreas afectadas deberán quedar completamente limpias y en condiciones estéticas.

## 2.18. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez concluidas las obras de acuerdo con las condiciones y documentos del Proyecto, se procederá a la recepción provisional según la legislación vigente y después de realizar las pruebas y reconocimientos requeridos por la Dirección de las Obras. Se levantará un acta y comenzará el plazo de garantía a partir de esa fecha.

## 2.19. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de UN (1) AÑO, durante el cual el Contratista será responsable de la conservación y reparación de todas las obras incluidas en el contrato. El Contratista estará obligado a realizar cualquier reparación o modificación solicitada por el Ingeniero Director de Obra para subsanar deficiencias detectadas durante el plazo de garantía, independientemente de si son imputables a su responsabilidad o no. En caso de deficiencias imputables al Contratista, no se le pagará compensación económica por los trabajos realizados por este concepto.

## 2.20. ADVERTENCIAS SOBRE LA CORRESPONDENCIA

El Contratista tiene derecho a solicitar el acuse de recibo de las comunicaciones que envíe al Ingeniero Director. A su vez, está obligado a devolver, ya sea los originales o copias, de todas las órdenes y avisos recibidos de él, poniendo al pie el "enterado".

## 2.21. RESCISIÓN

Los plazos de rescisión estarán indicados en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares que se recoge en el contrato.

## 2.22. LIBRO DE ÓRDENES

Las órdenes dadas por la Dirección de Obra al representante autorizado del Contratista se registrarán por escrito en el libro de órdenes, que permanecerá en la oficina de la obra. Todas las órdenes deben estar firmadas por la persona autorizada que las emite, y el Jefe de Obra debe dar su "conforme". El libro de órdenes se abrirá en la fecha de comprobación de replanteo y se cerrará en la de la recepción definitiva.

## 2.23. PRECIOS UNITARIOS

Las unidades de obra se pagarán según los precios unitarios detallados en el Presupuesto, que incluyen todos los elementos necesarios para su correcta ejecución.

## 2.24. PRECIOS CONTRADICTORIOS

En caso de ejecutar unidades de obra no especificadas en el presente Pliego, se procederá a la fijación del precio contradictorio correspondiente de acuerdo con el Pliego de Condiciones Generales y antes de la ejecución de la obra correspondiente. Si la obra ya ha sido ejecutada antes de llenar esta formalidad, el Contratista deberá aceptar los precios aprobados por el Ingeniero Director de Obra.

## 2.25. REVISIÓN DE PRECIOS

La presente obra no tiene derecho a revisión de precios, pero en caso de ser necesario, los precios de las obras mencionadas en este Proyecto podrán ser revisados utilizando la siguiente fórmula polinómica nº 4:

$$K_t = 0,34 * \frac{H_t}{H_o} + 0,18 * \frac{E_t}{E_o} + 0,18 * \frac{C_t}{C_o} + 0,13 * \frac{S_t}{S_o} + 0,018 * \frac{M_t}{M_o} + 0,15$$

Donde:

- Kt: Coeficiente teórico de revisión en el momento de la ejecución.
- Ho: Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación.
- Ht: Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
- Eo: Índice de coste de la energía en la fecha de licitación.
- Et: Índice del coste de la energía en el momento de la ejecución t.
- Co: Índice de coste del cemento en la fecha de licitación.
- Ct: Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.
- So: Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- St: Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

## 2.26. VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero Director tiene fundamentos para creer que existen vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará realizar las demoliciones necesarias en cualquier momento antes de la recepción definitiva para reconocer los trabajos defectuosos. Los gastos de demolición y reconstrucción serán responsabilidad del Contratista si los vicios existen realmente; de lo contrario, correrán a cargo de la Propiedad.

## 2.27. CERTIFICACIONES

Mensualmente, el Contratista emitirá la certificación correspondiente y la presentará a la Dirección de Obra para su aceptación dentro de los primeros cinco (5) días del mes. Después de firmada la certificación, la Dirección de Obra la devolverá en un máximo de diez (10) días con el visto bueno o las modificaciones necesarias. Las certificaciones se considerarán como cantidades a cuenta, sin que las mediciones sean definitivas.

## 2.28. RECEPCIÓN

Una vez transcurrido el plazo de garantía, se llevará a cabo la recepción de las obras. Si durante el reconocimiento se encuentran defectos o daños imputables al Contratista, este se compromete a repararlos y el Ayuntamiento fijará un nuevo plazo de garantía. Si todo es satisfactorio en el reconocimiento, ambas partes firmarán el Acta de Recepción.

## 2.29. LIQUIDACIÓN

Luego de firmada el Acta de Recepción, se procederá a la liquidación de la obra, realizando una relación valorada de la obra ejecutada y pagando las retenciones correspondientes en las certificaciones. Los gastos derivados de la liquidación serán responsabilidad del Contratista, siempre que no superen el 1% del importe total de la liquidación.

La sección "Normativa Aplicable" menciona las distintas leyes, normas y reglamentos que serán de aplicación para las obras objeto del presente Pliego. Aquí se

describen las diferentes áreas y aspectos que deben cumplir con la normativa vigente. A continuación, se detalla cada una de las áreas junto con sus respectivas normativas:

### 3. NORMATIVA APLICABLE

Serán de aplicación las disposiciones, normas, reglamentos y pliegos que puedan afectar a las obras objeto del presente Pliego. En caso de contradicción entre varias de estas normas se adoptará la decisión de la Propiedad. En todo caso serán de aplicación las siguientes leyes, normas, pliegos e instrucciones:

#### 3.1. PROPIEDAD:

- Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RGLCAP).

#### 3.2. OBRA CIVIL:

- Código Técnico de la Edificación (R.D. 314/2006, de 17 de marzo, BOE 28/3/06). Modificado por RD 1371/2007, Orden Ministerial VIV/984/2009.
- Instrucción de hormigón estructural EHE (R.D. 1247/2008, de 18 de julio, BOE 22/8/2008).
- Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSR-02) (Real Decreto 997/2002, 27 de septiembre, BOE 244, 11/10/02).
- Ley 15/1995 de 30/5/95 sobre límites del dominio sobre inmuebles para eliminar barreras arquitectónicas a las personas con discapacidad.
- Normas relacionadas con la producción de hormigón y cemento.

#### 3.3. HIDRÁULICA:

- Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento y abastecimiento de aguas.
- Normas de juntas de estanqueidad de caucho.

- Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua (NIA).

### 3.4. MEDIO AMBIENTE:

- Directiva 86/278 del Consejo, de 12 de junio, relativa a la protección del Medio Ambiente y en particular de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agrícola.
- Reglamento de almacenamiento de productos químicos.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- Ley 5/1999, de 8 de abril, de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Directiva 85/337/CEE del Consejo, de 27 de junio de 1985, relativa a la evaluación de los impactos sobre el medio ambiente de ciertas obras públicas y privadas.

### 3.5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

- Reglamento electrotécnico de baja tensión RD 842/2002, de 2 de agosto.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión y otras normas complementarias.
- Normas relacionadas con instalaciones eléctricas y acometidas eléctricas.

### 3.6. TECNOLOGÍA INDUSTRIAL Y GASES:

- Normas y reglamentos relacionados con instalaciones industriales y uso de gases.
- Reglamentos sobre instalaciones de protección contra incendios y de aparatos a presión.

### 3.7. SEGURIDAD Y SALUD:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.

- Normativa relacionada con seguridad e higiene en el trabajo y evaluación de impacto ambiental.

### 3.8. RESIDUOS:

- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.
- Ley 10/2000, de Residuos de la Comunidad Valenciana.
- Reglamento de residuos tóxicos y peligrosos y otras normativas sectoriales.

### 3.9. ACCESIBILIDAD:

- Ley 1/1998, de Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas y de la Comunicación.
- Decreto 39/2004, de 5 de marzo del Consell de la Generalitat, por el que se desarrolla la Ley 1/1998.

Esta lista de normativas asegura que las obras cumplirán con los estándares legales y de calidad requeridos en cada área mencionada. Es importante que los responsables del proyecto estén familiarizados con todas estas normas para garantizar la correcta ejecución y cumplimiento de las obras.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 4.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

Las obras que forman parte del proyecto se encuentran definidas en los siguientes documentos contractuales:

1. Documento nº 2 Planos: Estos planos proporcionan una representación gráfica de la geometría de la obra, detallando sus dimensiones y características.

2. Documento nº 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares: En este documento se establece la definición de las obras en términos de su naturaleza y características físicas. Especifica los materiales a utilizar, las técnicas de ejecución, las mediciones y valoración de las obras.
3. Cuadros de Precios nº 1 y 2 del Documento nº 4 Presupuesto: Estos cuadros contienen los precios de las diferentes unidades de obra que forman parte del proyecto.

#### 4.2. COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN DE DICHOS DOCUMENTOS

En caso de que existan contradicciones o incompatibilidades entre los documentos mencionados anteriormente, se aplicará el siguiente orden de prelación:

- El Documento nº 2 Planos tiene prioridad sobre los demás documentos en lo que se refiere a dimensiones y geometría de la obra en caso de incompatibilidad.
- El Documento nº 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares prevalece sobre los demás documentos en lo que respecta a los materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El Cuadro de Precios nº 1 tiene prelación sobre cualquier otro documento en lo referente a los precios de las unidades de obra.

Si existen elementos o detalles de la obra que estén descritos en uno de los documentos pero omitidos en otro, se considerarán incluidos en ambos siempre que la unidad de obra esté debidamente definida en uno u otro documento y tenga un precio asociado en el Presupuesto. Cualquier descripción errónea o detalle de obra omitido que sea esencial para la realización de la obra deberá ser ejecutado por el Contratista, incluso si no está completamente especificado en los documentos.

### 4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO

La descripción detallada de las obras incluidas en el proyecto se encuentra en el documento nº I Memoria y Anejos del presente proyecto.

## 5. UNIDADES DE OBRA: DESCRIPCIÓN, MATERIALES, EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO

### 5.1. PRESCRIPCIONES GENERALES REFERENTES A LOS MATERIALES

#### 5.1.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

Para todos los materiales que formen parte de la obra, el contratista deberá presentar propuestas sobre su procedencia, factorías o marcas, las cuales deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa. La Dirección tiene un plazo de siete (7) días naturales para expresar su aprobación o desaprobar de las propuestas, y en caso de no hacerlo, se considerará que las propuestas han sido aprobadas implícitamente. Los materiales utilizados deben proceder de factorías reconocidas que garanticen el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el presente capítulo.

Una vez fijada la procedencia de los materiales, se realizarán las pruebas que la Dirección Facultativa disponga para verificar que cumplen con las condiciones establecidas en los artículos siguientes. La Dirección también indicará el laboratorio en el que se llevarán a cabo dichas pruebas. Si el Director lo considera necesario, el Contratista deberá proporcionar muestras de los materiales propuestos para realizar los ensayos pertinentes. Todos los gastos derivados de estos análisis serán responsabilidad del Contratista, a menos que el sobrecoste no supere el 1% del presupuesto de ejecución material, en cuyo caso será abonado por la Propiedad.

El transporte, manipulación y uso de los materiales deberá realizarse de manera que no se alteren sus características ni sufran deterioro en sus formas o dimensiones. Los materiales deberán ser almacenados en lugares y condiciones que conserven sus

propiedades características, y la Dirección Facultativa podrá ordenar la protección especial de aquellos materiales que lo requieran. Cualquier material que no cumpla con las especificaciones o que sea rechazado deberá ser retirado de la obra de inmediato, a menos que se cuente con una autorización expresa por parte de la Dirección de Obra.

### 5.1.2. MATERIALES NO ESPECIFICADOS EN EL PRESENTE PLIEGO

En el caso de que se requieran materiales que no estén especificados en los artículos de este Pliego pero sean necesarios para la ejecución de las obras incluidas en el Proyecto, dichos materiales deberán ser de la mejor calidad posible. El Contratista deberá presentar al Ingeniero Director de Obra todos los catálogos, informes y certificados del fabricante que sean necesarios para su aprobación. Si la información proporcionada no es suficiente, el Director de Obra podrá exigir ensayos adicionales para obtener datos sobre la calidad de estos materiales.

El Ingeniero Director de Obra tendrá el derecho de rechazar estos materiales en caso de considerar que no cumplen con las condiciones necesarias para lograr el propósito previsto en su uso.

### 5.1.3. PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES

Los ensayos, análisis y pruebas que deben realizarse en los materiales serán llevados a cabo en el Laboratorio designado por el Ingeniero Director de Obra. El Contratista podrá presenciar los análisis, ensayos y pruebas, siempre que cuente con la autorización del Director del Laboratorio. El número de ensayos a realizar será determinado por el Ingeniero Director de Obra, y los costos asociados a dichos ensayos serán exclusivamente responsabilidad del Contratista.

Si las muestras superan satisfactoriamente los ensayos, las piezas representadas por ellas que cumplan además con las otras condiciones establecidas en este Pliego o en la oferta aceptada por la Propiedad, serán debidamente marcadas y aceptadas por el Ingeniero Director de Obra. En caso de que alguna muestra no cumpla con los requisitos del ensayo, el Contratista podrá solicitar reemplazarla con un número adicional de muestras tomadas del mismo lote por cada muestra que haya fallado. Si todas las muestras adicionales

satisfacen los ensayos, todas las piezas representadas por ellas serán aceptadas; en caso contrario, serán rechazadas.

#### 5.1.4. RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES

Se podrán desechar todos aquellos materiales que no cumplan con las condiciones establecidas en este Pliego. El Contratista deberá atender, en todo momento, las órdenes por escrito emitidas por el Ingeniero Director de Obra para cumplir con las prescripciones establecidas en el presente Pliego.

Si bien los materiales defectuosos podrán ser aceptables a juicio de la Propiedad, en caso de que esto suceda, se aplicará una rebaja de precio determinada por la Propiedad, sin que el Contratista tenga otra opción que la de reemplazarlos con otros materiales que sí cumplan con las condiciones establecidas en este Pliego.

La recepción de los materiales no exime al Contratista de su responsabilidad por la calidad de los mismos, y dicha responsabilidad subsistirá hasta que las obras en las que se emplearon dichos materiales sean recibidas.

### 5.2. PRESCRIPCIONES GENERALES REFERENTES A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 5.2.1. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Las obras deberán llevarse a cabo de acuerdo con las dimensiones e instrucciones establecidas en los planos, las prescripciones contenidas en este Pliego y las órdenes emitidas por el Director de las Obras. En caso de surgir cuestiones relacionadas con la interpretación o falta de definición, el Director de las Obras resolverá estas cuestiones.

#### 5.2.2. REPLANTEO

El replanteo de las obras se realizará tomando como base las referencias situadas en el terreno y reflejadas en los planos. Se dejarán señales o referencias adicionales sobre el terreno que sean lo suficientemente duraderas para que durante la construcción se pueda establecer la ubicación en planta o altura de cualquier elemento o parte de las obras.

El Ingeniero Director de Obra podrá ordenar replanteos parciales adicionales en las diferentes fases de la construcción para garantizar que las obras se ejecuten conforme al Proyecto, excepto en aquellas partes que sean modificadas por la Propiedad, las cuales deberán ser obligatoriamente aceptadas por el Contratista.

Para llevar a cabo los replanteos detallados que aseguren la correcta ejecución de las obras dentro de las tolerancias establecidas en el Pliego, el Contratista deberá disponer de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios. Los costos de los replanteos, a partir del momento de la adjudicación de las obras, serán asumidos por el Contratista. Los replanteos deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de Obra, y se redactará un Acta correspondiente para cada uno de ellos.

### 5.2.3. OCUPACIÓN DE SUPERFICIES

En caso de que la ejecución de las obras requiera temporalmente la ocupación de superficies, el Contratista deberá proponer al Director de la Obra las áreas que necesitará ocupar, de acuerdo con su programa de trabajo y métodos de ejecución. El Director de la Obra y la Propiedad evaluarán la viabilidad de la ocupación propuesta y la autorizarán o modificarán según sea necesario. El Contratista deberá aceptar cualquier modificación propuesta sin que ello implique cambios en el precio o plazo de ejecución.

La ocupación de superficies será gratuita para el Contratista y se considerará provisional y precaria, finalizando automáticamente al concluir los trabajos que la motivaron. Si es necesario modificar el área ocupada o cambiar su ubicación, todos los gastos derivados de ello serán responsabilidad del Contratista. Durante la ocupación, el Contratista deberá mantener las áreas ocupadas debidamente señalizadas y valladas.

Al finalizar la ocupación, el Contratista deberá dejar las superficies en perfecto estado de limpieza, sin obstáculos y con reparaciones realizadas en caso de daños. Todos los gastos originados por estas acciones serán asumidos por el Contratista.

#### 5.2.4. CIRCULACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

Todas las operaciones necesarias para la ejecución de las obras deberán realizarse de manera que no afecten innecesaria o inadecuadamente a la circulación de vehículos ni a las propiedades contiguas. La ejecución de obras que requieran el corte de la circulación deberá ser aprobada por el Director de la Obra.

Los gastos asociados a la circulación y señalización de las obras serán responsabilidad del Contratista.

#### 5.2.5. SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS DE EJECUCIÓN

Al planificar su programa de trabajo y los métodos de ejecución de las unidades de obra, el Contratista deberá asegurarse de que los sistemas de ejecución proporcionen las máximas garantías y seguridad, con el objetivo de minimizar los posibles accidentes y daños a las propiedades y servicios. Todos los sistemas de trabajo deberán ser propuestos al Director de la Obra antes de su implementación.

#### 5.2.6. SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL

Antes de comenzar la ejecución de las obras, el Contratista deberá contratar un seguro de responsabilidad civil a su cargo, que cubra cualquier daño, pérdida o lesión que pueda surgir como resultado de la ejecución de las obras o en cumplimiento del contrato.

#### 5.2.7. EQUIPO DE MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

El Contratista deberá proporcionar los equipos de maquinaria y medios auxiliares que haya comprometido a aportar en la licitación o en el programa de trabajos. El Ingeniero Director de Obra deberá aprobar los equipos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra.

Todas las máquinas y elementos de trabajo deben estar en perfecto estado de funcionamiento y estarán vinculados a la obra durante su ejecución, no pudiendo ser retirados sin la autorización del Director de Obra.

#### 5.2.8. INSTALACIONES DE LA OBRA

El Contratista debe presentar al Director del Proyecto, en el plazo establecido, el proyecto de sus instalaciones, incluyendo oficina, equipos, maquinaria y suministro de energía eléctrica, así como cualquier otro elemento necesario para la ejecución de las obras. Se deben cumplir las regulaciones legales vigentes. El Director de Obra puede modificar la ubicación propuesta por el Contratista.

En un máximo de dos meses desde el inicio de las obras, el Contratista debe proporcionar un espacio adecuado y suficiente como oficina y sala de reuniones para el Director de Obra y su personal.

#### 5.3. CONDICIONES GENERALES DE MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

Las mediciones de las unidades de obra se basarán en las definiciones de los planos del proyecto o en las modificaciones autorizadas por la Dirección de Obras.

El Contratista no será remunerado por un mayor volumen de obra o por la corrección de defectos de ejecución. Las obras se abonarán según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº 1 del Presupuesto. En caso de obras no especificadas, se establecerán precios contradictorios.

El Contratista es responsable de los costos de entibaciones, andamios, cimbras y otros medios auxiliares de construcción. También incluye los costos de acondicionamiento de caminos provisionales.

Se abonarán las obras concluidas de acuerdo con las condiciones del contrato, así como las modificaciones y órdenes autorizadas por escrito. La valoración de obras incompletas se realizará de acuerdo con el Cuadro nº 2.

## 5.4. EXPLANACIONES, CIMENTACIONES Y ZANJAS

### 5.4.1. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

Esta etapa consiste en retirar de las zonas designadas árboles, arbustos, tocones, escombros y cualquier material no deseado para la obra. Se eliminarán elementos dentro del área de trabajo, no incluidos en otras unidades.

#### EJECUCIÓN

El Contratista debe seguir las especificaciones del pliego general PG3 artículo 300. Debe notificar al ingeniero director el inicio de cualquier operación y seguir sus indicaciones. El ingeniero determinará la disposición de los materiales obtenidos, tengan o no valor comercial.

#### MEDICIÓN Y ABONO

La medición y abono se hará en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de superficie despejada y desbrozada, una vez terminado el trabajo, al precio establecido en el cuadro de precios. Este precio incluye la carga de materiales y su traslado a un lugar de acopio intermedio. Se ha considerado el incremento de precio debido al esponjamiento, la carga y transporte al vertedero, por lo que no se aceptarán reclamaciones.

### 5.4.2. EXCAVACIÓN EN EXPLANACIONES

#### DEFINICIÓN

Incluye todas las operaciones para obtener los anchos y cotas de explanación del proyecto.

## EJECUCIÓN

Se seguirán las especificaciones del pliego general PG3 artículo 320, salvo modificaciones autorizadas por la Dirección de Obra. Se podrán modificar las profundidades de excavación según la naturaleza del terreno.

Se tomarán precauciones para mantener la resistencia del terreno no excavado y evitar inestabilidades, deslizamientos y problemas de drenaje.

Se retirará toda la tierra vegetal y se acopiará separada del resto de los productos excavados. Los materiales obtenidos podrán utilizarse en rellenos y otros usos autorizados.

## DRENAJE

Se mantendrá el drenaje adecuado durante la construcción de la explanación para evitar problemas de erosión.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) ejecutados, según la diferencia entre los perfiles del terreno antes y después de la excavación. No se considerarán los excesos de excavación no autorizados. El precio incluye la carga y transporte hasta un acopio intermedio. El transporte a vertedero se abonará aparte.

### 5.4.3. BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL

## DEFINICIÓN

La zahorra artificial es un material granular formado por áridos no triturados, con granulometría continua. Se ejecutará una base de zahorra artificial de 20 cm de espesor, extendida y compactada al 98% del Proctor Modificado.

## MATERIALES Y EJECUCIÓN

El material debe cumplir las especificaciones del artículo 510 del PG-3. Se realizarán varias operaciones, incluyendo preparación de la superficie, aportación del material, extensión, humectación y compactación. La compactación debe alcanzar el 98% de la densidad del Próctor Modificado.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de zahorra realmente colocada, medida por la diferencia entre los perfiles antes y después de la extensión. Solo se abonarán los excesos autorizados por la Dirección de Obra, si es necesario aumentar el espesor de la capa.

### 5.4.4. CAPA DE GRAVILLA

## DEFINICIÓN

Consiste en extender una capa de grava de 10 cm de espesor con granulometría 6/12 sobre el terreno natural compactado en el borde de la plataforma contigua al acceso peatonal.

## MATERIALES Y EJECUCIÓN

El material debe cumplir las especificaciones del artículo 421 del PG-3. La ejecución incluye la preparación de la superficie, la aportación del material, la extensión, humectación y apisonado de la capa de grava, el refinado de la superficie y perfilado de bordes, y la limpieza del material sobrante.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de capa de grava de 10 cm de espesor realizada.

#### 5.4.5. EXCAVACIÓN EN TERRENO FLOJO

##### DEFINICIÓN

Es la excavación realizada con medios manuales o mecánicos de tipo retroexcavadora debido a la resistencia del terreno.

##### EJECUCIÓN

Las secciones tipo y profundidades de excavación se indican en los planos. El volumen de excavación necesario se determina a partir de estas secciones y cotas. Los productos sobrantes de la excavación se transportarán a un acopio intermedio.

##### MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de terreno excavado en condiciones de terreno flojo. El coste incluye la carga y transporte hasta un acopio intermedio en obra, y el transporte a vertedero se abonará aparte.

#### 5.4.6. EXCAVACIONES EN CIMIENTOS Y POZOS

##### DEFINICIÓN

Incluye la excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras previstas en el Proyecto.

## EJECUCIÓN

La ejecución se realizará siguiendo las indicaciones del estudio geotécnico y las recomendaciones de la Dirección de Obra, basándose en el artículo 321 del PG-3. Se respetarán las prescripciones de Seguridad y Salud.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de terreno excavado en cimientos y pozos. El coste incluye la carga y transporte hasta un acopio intermedio en obra.

### 5.4.7. EXCAVACIONES EN ZANJA O TRINCHERA

## DEFINICIÓN

Consiste en la apertura de zanjas y/o trincheras para emplazamiento de conducciones y elementos auxiliares.

## EJECUCIÓN

Las secciones tipo y profundidades de excavación se indican en los planos. Los fondos y paredes de las zanjas y pozos se limpiarán y rellenarán adecuadamente. Se tomarán precauciones para evitar daños a tuberías.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de terreno excavado en zanjas o trincheras. El coste incluye la carga y transporte hasta un acopio intermedio en obra.

#### 5.4.8. RELLENOS LOCALIZADOS CON MATERIALES DE EXCAVACIÓN

##### DEFINICIÓN

Consiste en extender y compactar en capas de 20 cm de espesor productos seleccionados de la excavación en zanjas, pozos y cimentaciones.

##### MATERIALES Y EJECUCIÓN

Los materiales deben cumplir ciertas condiciones. Se colocarán en capas sucesivas horizontalmente. En zanjas con tuberías, se utilizará material seleccionado en las primeras tongadas cercanas al tubo.

##### MEDICIÓN Y ABONO

Se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) de rellenos ejecutados y compactados satisfactoriamente.

#### 5.4.9. TRANSPORTE DE SOBANTES A VERTEDERO

##### DEFINICIÓN

Consiste en eliminar los materiales inadecuados de la excavación mediante depósito en un vertedero.

##### MATERIALES Y EJECUCIÓN

Se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) transportados a un vertedero autorizado, incluyendo el canon de vertido.

## 5.5. OBRAS DE FÁBRICA Y ESTRUCTURA

### 5.5.1. ENCOFRADOS EN ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA

#### DEFINICIÓN Y CONDICIONES GENERALES

Los encofrados son elementos que se utilizan para dar forma y contener el hormigón durante el proceso de construcción. Pueden ser recuperables (se reutilizan en otras obras) o perdidos (quedan dentro del hormigón). Se deben cumplir los artículos 65 "Cimbras, encofrados y moldes" y 75 "Descimbrado, desencofrado y desmoldeo" de la normativa EHE vigente.

En este proyecto, se utilizarán paneles de encofrado metálicos o fenólicos para la ejecución de los elementos estructurales. Las unidades definidas incluyen el suministro de estos paneles, desencofrante, montaje a cualquier altura, cimbras, apeos y elementos auxiliares necesarios, desencofrado, limpieza y almacenamiento entre usos.

#### MATERIALES Y EJECUCIÓN

Encofrados metálicos:

- Los encofrados metálicos deben ser rígidos y resistentes para evitar desplazamientos durante el hormigonado.
- Se utilizará acero laminado de al menos 0,5 cm de espesor para la chapa de los paneles.
- Antes de comenzar el hormigonado, el encofrado metálico propuesto por el contratista debe ser aprobado por el Director de Obra.

#### EJECUCIÓN

- Los encofrados, cimbras y moldes deben tener la resistencia y rigidez necesarias para cumplir con las tolerancias dimensionales y resistir las acciones del hormigón fresco.
- Deben mantenerse en su lugar hasta que el hormigón alcance la resistencia suficiente para soportar las tensiones durante el desencofrado.
- Los encofrados y moldes deben ser estancos para evitar pérdidas de lechada o mortero y lograr superficies cerradas en el hormigón.
- Se deben evitar daños en estructuras ya construidas.
- Antes de hormigonar, se deben hacer comprobaciones para asegurar la colocación precisa de los encofrados, y durante el hormigonado, se deben evitar movimientos indeseados.
- Las superficies interiores de los encofrados y moldes deben estar limpias y lisas.
- Se permite el uso de productos desencofrantes o desmoldeantes, siempre que estén aprobados por el Director de Obra y no afecten negativamente la superficie del hormigón ni impidan la aplicación de revestimientos o la construcción de juntas.

## MEDICIÓN Y ABONO

La medición y el abono se realizarán por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de encofrado realmente ejecutado en obra. El costo incluirá el desencofrante, los apeos, las cimbras, la recogida, limpieza y acondicionado de los elementos utilizados, así como todos los transportes necesarios. Las unidades de obra que incluyan sus encofrados no serán objeto de abono por este artículo.

### 5.5.2. HORMIGONADO EN ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA

#### DEFINICIÓN

El hormigonado se refiere a la ejecución del vertido de hormigón para rellenar cualquier estructura, cimiento, muro, losa, etc., contenidos por el terreno y/o encofrados.

continuación

reconocimiento independiente.

El hormigón se abonará en su totalidad, una vez ejecutado y comprobado que cumple con las especificaciones establecidas en el proyecto. El Contratista deberá presentar las pruebas y ensayos que demuestren la calidad del hormigón.

## CONTROL DE CALIDAD

El control de la calidad del hormigón se llevará a cabo siguiendo los criterios establecidos en la Instrucción EHE, artículo nº 82. Se realizarán ensayos para determinar la resistencia característica estimada del hormigón y se comparará con la resistencia característica prescrita. En caso de que la resistencia estimada sea inferior a la prescrita, se procederá según lo establecido en el Artículo 88.5 de la Instrucción EHE.

El Director de Obra tiene la potestad de ordenar pruebas de carga, a cargo del Contratista, para verificar la resistencia y calidad del hormigón antes de decidir su demolición o aceptación. En caso de aceptación, el Contratista puede enfrentar una penalización en el precio por la disminución de la resistencia del hormigón.

## MEDICIÓN Y ABONO

El hormigón se medirá por el volumen realmente construido, de acuerdo con las dimensiones en los planos y las indicaciones del Ingeniero Director de Obra. El pago se realizará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de hormigón ejecutado, según los precios establecidos en el Cuadro de Precios nº1.

En el precio del hormigón se incluye el cemento, así como todos los costos asociados a su adquisición, transporte, almacenamiento y pérdidas. Sin embargo, el precio de las armaduras que forman parte del armado del hormigón no está incluido, a menos que se especifique lo contrario en la unidad de obra correspondiente.

El abono de los áridos utilizados en la fabricación y puesta en obra del hormigón se considera incluido en el precio del hormigón, y no se reconocerá un abono independiente por ellos.

El pago del hormigón se realizará una vez que se haya ejecutado y comprobado que cumple con las especificaciones establecidas en el proyecto. El Contratista debe presentar las pruebas y ensayos necesarios para demostrar la calidad del hormigón antes de recibir el abono.

En cuanto a los pagos, el precio del hormigón no variará independientemente de la procedencia de los áridos, y no se realizará un pago separado por ellos. Los morteros, por su parte, se considerarán incluidos en la unidad de obra, sin ningún cargo adicional.

Para las barras corrugadas destinadas al hormigón armado, se definen como aquellas que presentan resaltos o estrías en su superficie para lograr una adecuada adherencia al hormigón según la Instrucción EH vigente. Estas barras deben estar fabricadas con acero a partir de lingotes o semiproductos identificados y controlados para obtener un producto homogéneo.

Las características del acero utilizado deben cumplir las especificaciones establecidas en la "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón estructural" (EHE). Además, el fabricante deberá indicar si el acero es apto para soldar y proporcionar las condiciones y procedimientos adecuados para el soldeo.

El suministrador de las barras corrugadas debe poseer un certificado de homologación de adherencia, que consigne los límites admisibles de variación de las características geométricas de los resaltos.

En cuanto a las características geométricas de las barras, los diámetros nominales deben ajustarse a la serie y tener la masa y el área de la sección recta indicados en una tabla específica. La sección equivalente de las barras no debe ser inferior al 95% de la sección nominal en diámetros no mayores de 25 mm, ni inferior al 96% en diámetros mayores.

Se permite el uso de aceros con características mecánicas mínimas que se detallan en una

**CARACTERÍSTICAS MECANICAS MINIMAS GARANTIZADAS DE LAS BARRAS CORRUGADAS**

Designación	Clases de acero	Límite elástico $f_y$ kp/cm <sup>2</sup> no menor que	Carga unitaria de rotura $f_s$ en kp/cm <sup>2</sup> no menor que (1)	Alargamiento de rotura relación en % sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación $f_s/f_y$ no menor que (2)
B 400 N	Dureza natural	4.1	4.5	16	1,05
B 400 F	Estirado en frío	4.1	4.5	14	1,05
B 400 S	Soldable	4.1	4.5	14	1,05
B 500 N	Dureza natural	5.1	5.6	14	1,05
B 500 F	Estirado en frío	5.1	5.6	12	1,05
B 500 S	Soldable	5.1	5.6	12	1,05
B 600 N	Dureza natural	6.1	6.7	12	1,05
B 600 F	Estirado en frío	6.1	6.7	10	1,05

(1) Para el cálculo de los valores unitario se utilizará la sección nominal.

(2) Relación mínima admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenido en cada ensayo tabla específica.

Si el Ingeniero Director de las Obras, en caso de considerarlo oportuno, realizará ensayos de doblado, rotura a tracción y otros ensayos, independientemente de las referencias y certificados de garantía proporcionados por el proveedor.

## SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Cada lote de armaduras vendrá acompañado de los certificados de homologación y garantía pertinentes proporcionados por el fabricante, que indicarán los valores límite de las diversas características para demostrar que el acero cumple con los requisitos correspondientes. Si es necesario, el fabricante también proporcionará copias de los resultados de los ensayos realizados para la partida entregada. Durante el transporte y almacenamiento, se tomarán las precauciones necesarias para proteger adecuadamente las armaduras contra la lluvia, la humedad del suelo y la posible corrosión atmosférica. Se mantendrán cuidadosamente clasificadas en la obra según su tipo, calidad, diámetro y origen, hasta el momento de su utilización. Antes de su uso, especialmente si han estado

almacenadas durante un largo período en la obra, se inspeccionará su superficie para asegurarse de que no presentan alteraciones dañinas. Al momento de utilizar las armaduras, estas deben estar limpias, sin sustancias extrañas como grasa, aceite, pintura, polvo, tierra o cualquier otro material que pueda afectar su conservación o adherencia.

## CONTROL DE CALIDAD

A continuación se describe el control de calidad óptimo que se recomienda realizar. No obstante, la Dirección de Obra tiene la flexibilidad de reducir el número de ensayos según su criterio y el presupuesto asignado, considerando los costos de los ensayos correspondientes. A la llegada de cada lote de armaduras a la obra, se tomarán muestras para realizar ensayos de plegado.

## EJECUCIÓN

El contratista debe presentar a la Dirección de Obra una propuesta de despiece de las armaduras para su aprobación con suficiente antelación. Dicho despiece debe contener las dimensiones exactas y la forma de las armaduras definidas en el Proyecto. Debe indicar claramente los lugares donde se realizarán empalmes, así como el número y longitud de estos. Además, se deben detallar y despiezar todas las armaduras auxiliares. Cada figura en el despiece debe estar numerada en correspondencia con el Proyecto, y se deben indicar los pesos totales de cada figura.

Las armaduras se colocarán limpias y sin óxido adherente, siguiendo las indicaciones de los planos y sujetándolas adecuadamente para mantener la distancia al encofrado y evitar cualquier movimiento durante el vertido y compactación del hormigón.

El control de calidad se realizará de manera normal, con dos ensayos de doblado-desdoblado por cada veinte toneladas de acero colocado, verificando también la sección equivalente. Además, se realizarán ensayos cada cincuenta toneladas para determinar las características mecánicas, como el límite elástico y la resistencia a la rotura.

El recubrimiento mínimo de las armaduras estará en función de su ubicación: 2,5 cm para paramentos expuestos a la intemperie, 3,5 cm para paramentos en contacto con tierras impermeabilizadas y 4,0 cm para paramentos en contacto con tierras sin

impermeabilizar. Si las superficies vistas del hormigón se tratan por abujardado o cincelado, se aumentará en 1 cm el recubrimiento de la armadura, manteniendo la disposición original.

Los espaciadores entre las armaduras y los encofrados o moldes serán de hormigón resistente con alambre de atadura empotrado o de otro material adecuado. Las muestras de estos espaciadores se someterán a la aprobación del Director de Obra antes de su uso.

Se prepararán planos exactos a escala de las armaduras en los cruces de barras y zonas críticas, detallando los diferentes redondos que se entrecruzan.

Antes de iniciar el hormigonado, el Contratista debe obtener la aprobación por escrito de las armaduras colocadas del Director de Obra o la persona designada.

## MEDICIÓN Y ABONO

El pago de los redondos corrugados para el hormigón armado se hará por kilogramos (Kg), multiplicando los pesos unitarios por cada diámetro de acero por las longitudes medidas en los planos, considerando los ganchos, patillas y solapes. La medición se realizará de acuerdo con los despieces señalados en los Planos o aprobados por la Dirección de Obra. Los precios unitarios también incluirán las pérdidas y los incrementos de material por recortes, ataduras, empalmes, separadores y cualquier otro medio necesario para llevar el hierro al sitio de corte de obra, así como el costo de la maquinaria necesaria.

### 5.5.4. ACERO LAMINADO GALVANIZADO

#### DEFINICIÓN

Se denomina acero laminado para componentes metálicos a aquel suministrado en chapas o perfiles que corresponda a uno de los tipos A-42 en cualquiera de sus grados b, c y d, definidos en la Norma UNE 36080-73, o los definidos en la Norma UNE 36080-85 como AE-355 en cualquiera de los grados B, C, D, DD.

## MATERIALES Y EJECUCIÓN

### CONDICIONES GENERALES

Todos los productos laminados deben tener una superficie técnicamente lisa resultado de la laminación. Los productos laminados se suministrarán en estado bruto de laminación, a excepción de las chapas de grado d, que se suministrarán en estado normalizado o equivalente, obtenido mediante regulación de temperatura durante y después de la laminación.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

Los límites máximos en la composición química, determinados mediante análisis en lingotillo de colada o producto terminado, deben cumplir con lo indicado en la Tabla 1.

### CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Los aceros laminados para componentes metálicos deben presentar las características mecánicas descritas en las Tablas 2 y 3. Dichas características se determinarán de acuerdo con las Normas UNE 7262, UNE 7277, UNE 7290 y UNE 7292

### MEDICIÓN Y ABONO

El acero laminado galvanizado se abonará por kilogramos (Kg), multiplicando los pesos unitarios por cada diámetro de acero por las longitudes medidas en los planos. La medición se realizará de acuerdo con los despieces señalados en los Planos o aprobados por la Dirección de Obra. Los precios unitarios también incluirán las pérdidas y los incrementos de material por recortes, ataduras, empalmes, separadores y cualquier otro medio necesario para llevar el hierro al sitio de corte de obra, así como el costo de la maquinaria necesaria.

### 5.5.5. ACERO FORJADO

El acero empleado en piezas forjadas será suave, de tipo F-112, y solo será soldable con técnicas especiales. Debe cumplir con los siguientes porcentajes máximos de impurezas:

- Carbono (C): 0,20 - 0,30 máximo
- Fósforo (P): 0,40
- Azufre (S): 0,40
- Manganeso (Mn): 0,40 - 0,7 máximo
- Sílice (Si): 0,15 - 0,30 máximo.

Las características mecánicas serán las siguientes:

Carga de rotura	$\sigma_f = 48-55 \text{ Kg/mm}^2$
Alargamiento mínimo de rotura	$S_r = 24-18$
Límite elástico aparente	$\sigma_e = 30-35 \text{ Kg/mm}^2$

Todas las piezas de acero forjado que se utilicen deberán ser reconocidas después de la forja.

### 5.5.6. BORDILLOS

#### DEFINICIÓN

Los bordillos son piezas de piedra o elementos prefabricados de hormigón colocados en una solera adecuada para delimitar la superficie de la calzada, acera o andén. Cumplirán con las especificaciones indicadas en los planos y deberán tener un peso específico medio superior a 2500 kilogramos por metro cúbico. Su resistencia a compresión no será inferior a 1500 kilogramos por centímetro cuadrado, y el coeficiente de desgaste será inferior a 0,13 cm.

## CONDICIONES PREVIAS Y COMPONENTES

- Se realizará el replanteo y la preparación del asiento.
- Se ejecutará el cimientado de hormigón.
- Se aplicará el hormigón base.
- Se utilizarán bordillos prefabricados de hormigón.
- Se empleará mortero de cemento.

## CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

- Los bordillos prefabricados de hormigón se elaborarán con hormigón que contenga 400 Kg de cemento Portland tipo I 32,5/SR UNE 80.303:96 por metro cúbico, con áridos machacados cuyo tamaño máximo no exceda los 20 milímetros.
- Sobre el cimientado de hormigón, se extenderá una capa de 3 centímetros de mortero para el asiento del bordillo. Las piezas que forman el bordillo se colocarán dejando un espacio de 5 milímetros entre ellas, que se rellenará con el mismo mortero utilizado para el asiento.
- La longitud mínima de los bordillos será de un metro, y solo se podrá disminuir esta cifra con el permiso expreso de la Administración. Los bordillos curvos tendrán la misma sección transversal que los rectos y se adaptarán a la curvatura del elemento constructivo en el que se coloquen.
- Se permitirá una tolerancia de 10 milímetros en más o en menos en las dimensiones de la sección transversal.

## NORMATIVA

- Normas UNE 7067 a 7070.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG3/75. 570.
- Norma NTE-RSR.

- Norma EHE ó UNE 7068-53: Resistencia a compresión.

## CONTROL

## ENSAYOS PREVIOS

Antes de la instalación, se realizarán ensayos para verificar la calidad del producto:

- Peso específico neto.
- Resistencia a compresión.
- Coeficiente de desgaste.
- Resistencia a la intemperie.

La resistencia a compresión deberá ser de al menos 350 kilogramos por centímetro cuadrado en probetas cúbicas cortadas con sierra circular diamantada a los 28 días.

Las piezas deben estar exentas de fisuras, coqueas u otros defectos que indiquen una mala fabricación.

## FORMAS Y DIMENSIONES

Los bordillos tendrán la forma y dimensiones indicadas en los Planos o corresponderán a los modelos oficiales. La longitud mínima de las piezas de piedra será de un metro, aunque en suministros grandes se permitirá que el 10% tenga una longitud entre 60 centímetros y un metro. Para los bordillos prefabricados de hormigón, la longitud mínima será de un metro. Se aceptará una tolerancia de 10 milímetros en más o en menos en las medidas de la sección transversal.

## SEGURIDAD

- Se tomarán las medidas de seguridad necesarias para el uso de maquinaria eléctrica.
- Se evitarán sobreesfuerzos en el transporte manual de los bordillos.
- Se seguirán las normativas vigentes para la utilización de maquinaria y se usarán protecciones personales, como botas altas de goma y guantes para el manejo del hormigón.

## MEDICIÓN Y ABONO

Los bordillos se medirán y abonarán por metros (m) realmente colocados, de cada tipo, medidos en el terreno.

### 5.5.7. IMBORNALES

#### DEFINICIÓN

Los imbornales son las bocas o agujeros por donde se evacúa el agua de lluvia de las calzadas de una carretera u otras construcciones. Se construirán de acuerdo con las formas y dimensiones indicadas en los planos y especificaciones técnicas.

#### CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Las obras se llevarán a cabo siguiendo las indicaciones del presente pliego para la fabricación y colocación de los materiales previstos. Se cuidará especialmente la terminación de los imbornales y se cumplirán las instrucciones proporcionadas por la Dirección de Obra. Tras finalizar la obra, se limpiará completamente el área, eliminando cualquier acumulación de limo, residuos u otros elementos extraños. Se mantendrá la zona libre de acumulaciones hasta la recepción definitiva de las obras.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Los imbornales y sumideros se medirán por unidades completamente terminadas, incluyendo las tapas y rejillas.

## 5.5.8. RIGOLAS DE HORMIGÓN

### DEFINICIÓN

Las rigolas están formadas por elementos de forma cuadrada o rectangular con espesor variable, hechos de cemento y áridos, que se colocan sobre hormigón y delimitan los límites entre pavimentos (asfáltico - hormigón).

### CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

La ejecución de las rigolas comprenderá las siguientes operaciones:

- Preparación y comprobación de la superficie de asentamiento.
- Colocación del hormigón.
- Acabado de la superficie.
- Protección del hormigón fresco y curado.

La temperatura ambiente durante el hormigonado deberá estar entre 5°C y 40°C. Los trabajos se suspenderán si la lluvia puede arrastrar la capa superficial del hormigón fresco.

Se asegurará que el soporte tenga una compactación del 98% del ensayo PM y que las rasantes previstas se cumplan. Para realizar juntas de hormigonado no previstas en el proyecto, se requerirá la autorización y las indicaciones explícitas de la Dirección de Obra. Durante el fraguado y hasta alcanzar el 70% de la resistencia prevista, se mantendrá húmeda la superficie del hormigón durante al menos tres días.

El hormigón no tendrá grietas, disgregaciones o huecos en su masa. Tendrá una textura uniforme y continua.

Las paredes quedarán planas, aplomadas y a escuadra. La cara inferior de la base quedará apoyada sobre el soporte al mismo nivel que la base de hormigón de la acera. La sección de la base no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos

del encofrado, ni de otros.

Resistencia característica estimada del hormigón al cabo de 28 días ( $F_{est}$ )	$\geq 0.9 \times F_{ck}$
Tolerancias de ejecución	
Nivel	$\pm 10$ mm
Planeidad	$\pm 4$ mm/2 m

## MEDICIÓN Y ABONO

La rigola se medirá y abonará por metro realmente colocado.

### 5.5.9. ACERAS CON BALDOSA HIDRÁULICA

#### DEFINICIÓN

Se denomina unidad de obra al pavimento hidráulico de las aceras, el cual consiste en baldosas de forma geométrica con bordes vivos o biselados, con un área superior a un decímetro cuadrado. Estas baldosas están compuestas por una capa de huella que contiene mortero rico, arena fina y en algunos casos colorante, una capa intermedia similar a la de huella pero sin colorantes (opcional), y una capa de base que constituye el dorso, fabricada con mortero menos rico y arena más gruesa. Los áridos y el cemento utilizados deben cumplir con las especificaciones establecidas en el presente Pliego, y los pigmentos deben cumplir con la Norma UNE 41060.

#### MATERIALES

Los materiales a utilizar deben tener las siguientes características:

- Base de hormigón HM-10 de diez centímetros de espesor o una capa de arena con un espesor mínimo de 4 cm a discreción de la Dirección de Obra.

- Baldosa hidráulica decorativa coloreada, en caso de ser necesario, o terrazo de 20x20 cm. Siempre se respetará la armonía estética del conjunto de la obra.

## CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Las baldosas deben ser de primera calidad y tener las dimensiones y dibujos indicados en los planos o ser previamente autorizadas por el Director de las obras a través de muestras presentadas por el Contratista. La tolerancia en las medidas de los lados será del tres por mil (0.3%).

El espesor de la capa de huella no variará en ningún punto en más del ocho por ciento (8%) del espesor máximo y no será inferior a los valores fijados en el PG3/75 y órdenes circulares que lo modifiquen, para la clase 1ª, según las dimensiones en planta.

La capa de huella tendrá un espesor mínimo de cuatro (4) milímetros, y la desviación máxima de una arista respecto de la línea recta será del uno por mil (0.1%).

Los ángulos, caras y coloridos cumplirán con lo establecido en el PG3/75 y órdenes circulares que lo modifiquen, para la clase 1ª.

Se permitirán pequeñas eflorescencias y poros, siempre y cuando sean invisibles a una distancia de medio metro después de haber sido mojados.

La estructura de cada capa debe ser uniforme en toda la superficie de fractura, sin presentar exfoliaciones ni poros visibles.

## MEDICIÓN Y ABONO

La unidad de obra para las aceras con baldosa hidráulica se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) realmente ejecutado, incluyendo el rejuntado con lechada de cemento, la eliminación de restos y la limpieza, según NTE/RS-R4.

## 5.6. FIRMES Y PAVIMENTOS

### 5.6.1. PAVIMENTO DE HORMIGÓN

#### DEFINICIÓN

Se establecerá un pavimento de hormigón armado con mallazo 5Φ20x20 en toda la superficie destinada al reposo de los contenedores y la maniobrabilidad de los camiones, incluyendo la zona de contenedores y las rampas de acceso y salida a la zona de aporte.

#### MATERIALES DE EJECUCIÓN

La ejecución del pavimento comprenderá una solera de hormigón de 20 cm de espesor, HF, sin aditivos, con árido 18-20 y cono 10-12. El hormigón se verterá, regleará y vibrará en todo su espesor utilizando una máquina extendidora LASER SCREED o equivalente. Se reforzará con mallazo electrosoldado ME 20x20 Ø 5, AEH-500 N, con una dosificación de 20 kg/m<sup>3</sup>. Se realizarán cortes de juntas de retracción en paños de 5x5m y profundidad 1/4 del espesor de la solera, y se procederá al curado superficial del hormigón utilizando líquido BETONCURE o equivalente. Se suministrará y colocará porex-pan en el perímetro con un espesor de 2 cm y se colocará una doble junta metálica de 8 mm 4+4 machihembrada, perdida y embutida con vainas, pasadores y anclajes cada 50 cm en el hormigón.

El inicio de los trabajos se notificará con suficiente antelación al Director de Obra, y se pondrá a su disposición toda la documentación necesaria de los materiales para su revisión y aprobación. En caso de no cumplir con las calidades mínimas establecidas por el Director de Obra, este podrá exigir la sustitución de los materiales defectuosos o de calidad insuficiente, y el contratista asumirá cualquier sobre coste que resulte.

## MEDICIÓN Y ABONO

El pavimento de hormigón se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) real y correctamente ejecutado, previa aprobación del Director de Obra.

### 5.6.2. PAVIMENTO BITUMINOSO

#### DEFINICIÓN

Se implementará un pavimento bituminoso en toda la superficie de la planta destinada al uso exclusivo de los usuarios particulares del Ecoparque. Esta área incluirá la zona de aporte de residuos situada a dos metros sobre el nivel de entrada al Ecoparque y la zona restante de entrada y nave industrial.

#### MATERIALES DE EJECUCIÓN

La mezcla bituminosa constará de un total de siete centímetros de espesor (7 cm) y estará compuesta por una capa de rodadura BBTM 8 BM de dos centímetros (2 cm) y una capa intermedia AC 22 Bin S de cinco centímetros (5 cm). Cada capa se extenderá en una tongada, y se aplicarán los riesgos de adherencia entre las capas bituminosas y de imprimación entre las zahorras y el material bituminoso.

El tipo de ligante a utilizar en la capa de rodadura y siguiente será 50/70.

#### MEDICIÓN Y ABONO

El pavimento bituminoso se medirá y abonará por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) real y correctamente ejecutado, previa aprobación del Director de Obra.

## 5.7. MATERIALES PARA JUNTAS DE OBRAS DE FÁBRICA

### 5.7.1. BANDAS DE PVC PARA ESTANQUEIDAD DE JUNTAS

#### DEFINICIÓN

Las bandas de PVC para estanqueidad de juntas son tiras de material polimérico con sección transversal adecuada para formar un cierre que evite el paso del agua a través de las juntas de las obras de hormigón. Estas bandas se colocan embebidas en el hormigón en una superficie ortogonal a la de la junta y centradas con ella.

#### MATERIALES Y EJECUCIÓN

Las especificaciones y características generales de las bandas de PVC para estanqueidad de juntas estarán sujetas a lo dispuesto en el artículo 26.12.2 del Pliego de Condiciones Técnicas Generales del Ayuntamiento de Madrid, PCTG/1988, y sus posteriores modificaciones. Asimismo, se cumplirán con los requisitos estipulados en los artículos 26.12.4, 26.12.5, 26.12.6 y 26.12.7 del mismo pliego.

#### MEDICIÓN Y ABONO

La banda de PVC para estanqueidad de juntas se medirá y abonará por metro lineal (m) real y correctamente ejecutado, previa aprobación del Director de Obra.

## 5.8. CONDUCCIONES Y ELEMENTOS AUXILIARES

### 5.8.1. TUBERÍA DE P.E.

#### DEFINICIÓN

Las tuberías de P.E. son colectores de Polietileno semirrígido de sección circular con paredes lisas.

## MATERIALES Y EJECUCIÓN

Se instalarán los siguientes tubos de polietileno puro fabricado a alta presión (baja densidad):

- PE100 PN =10 atm; DN =40 mm, para la acometida a parcela.
- PE100 PN=10 atm; DN=32 mm, para la red de distribución.

## MEDICIÓN Y ABONO

La tubería de P.E. se medirá y abonará por metro lineal (m) real y correctamente instalado, previa aprobación del Director de Obra.

## MATERIALES

Características de Tubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD):

Los tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) utilizados en las tuberías deben cumplir con las siguientes características:

- Peso específico mayor de 0,940 gramos por milímetro (0,940 gr/ml).
- Coeficiente de dilatación lineal de 200 a 230 millonésimas por grado centígrado.
- Temperatura de reblandecimiento no menor de 100 grados centígrados (100°C) realizado el ensayo con una carga de 19 kilogramos (UNE 53118).
- Índice de fluidez máximo de 0,4 gramos por diez minutos (UNE 53118).
- Módulo de elasticidad a 20 grados centígrados (20°C) igual o mayor que 9.000 kg/cm<sup>2</sup>.

- Tensión máxima mínima de resistencia a la tracción de 190 kilogramos por centímetro cuadrado y alargamiento a la rotura no menor al 150% con velocidad de 100 +/- 25 milímetros por minuto (UNE 53023).

#### Tubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD):

- Los tubos de PEAD serán fabricados a partir de poliolefinas.
- Se fabricarán según las normas europeas ISO TC 138 SC 1/vf3DP9971, la CEN TC 155 WG 13 y la SFS 3453.
- Estarán timbrados con las presiones normalizadas.
- Cumplirán las condiciones técnicas y de suministros según las normas DIN 53470 y no serán atacables por roedores.

#### Ejecución:

##### Acondicionamiento de zanjas y asentamiento de tubos:

- Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo material suelto o flojo y se rellenarán adecuadamente las grietas o hendiduras.
- En suelos cohesivos, la excavación de los últimos 30 centímetros no se realizará hasta momentos antes de construir los cimientos, y previa autorización del Director de Obra.
- Los tubos de PEAD se asentarán sobre una cama de arena con un espesor mínimo de 10 centímetros.
- La altura mínima del relleno de arena sobre clave de tubo será de 20 cm, y el relleno lateral será de 15 cm de espesor, formando un prisma de arena de aproximadamente 40x40 cm (base x altura).
- Se protegerá la conducción con material seleccionado de la excavación, extendido y humectado en tongadas de 20 cm de espesor y compactado.

#### Medición y Abono:

- La tubería de PEAD se medirá por metros lineales (m) de canalización, descontando las interrupciones debidas a obras complementarias.
- No se abonarán los excesos evitables según la decisión del Director de Obra.
- El precio incluye la ejecución de las juntas, instalación de la tubería y piezas especiales, así como las pruebas.

### 5.8.5. VÁLVULAS

#### DEFINICIÓN

Las válvulas serán de excelente calidad, fabricadas en una sola pieza y sin imperfecciones como poros o grietas. Se someterán a pruebas a una presión el doble de la requerida durante su instalación.

#### MATERIALES Y EJECUCIÓN

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra el modelo específico de la válvula a instalar, y esta tomará la decisión final. El Contratista deberá presentar todos los catálogos, informes y certificados del fabricante para su aprobación por el Ingeniero Director de Obra. En caso de información insuficiente, el Director de Obra podrá solicitar ensayos adicionales para verificar la calidad de los materiales.

Si se utiliza un mecanismo automatizado, se especificarán detalles como el tipo, marca y características del accionamiento, tiempo de cierre, etc., para obtener un conocimiento completo del sistema y sus componentes.

Se tendrá en cuenta el fenómeno del golpe de ariete en el diseño de las válvulas, especialmente cuando la presión de trabajo sea superior a 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

Las pruebas previas a la recepción en el banco de pruebas del fabricante incluirán:

- Pruebas de seguridad y estanqueidad de la carcasa mediante presión interna.
- Comprobación de la estanqueidad del cierre.
- Certificación de los materiales utilizados.

En el caso de válvulas con cierres motorizados, se realizarán pruebas de cierre en las condiciones más desfavorables del servicio y se verificarán los tiempos de cierre propuestos.

## VÁLVULAS COMPUERTA

Las válvulas de tipo compuerta deberán cumplir las siguientes características generales:

- Montaje entre bridas según normas DIN, PN-16.
- Cierre completamente hermético.
- Cuerpo de fundición dúctil GGG-50 liso, sin asientos de cierre en el fondo ni los laterales.
- La paleta de cierre será de fundición GGG-50, recubierta con una capa gruesa de goma de neopreno-butílico, vulcanizada directamente sobre ella, guiada a lo largo de su recorrido por dos guías que no reducirán la sección libre de paso, que deberá ser continua.
- La cúpula y tapa serán de fundición GGG-50, con alojamiento para anillos tóricos de nitrilo, y no se permitirá el uso de prensaestopas convencionales.
- El husillo será de acero inoxidable, con rosca laminada trapezoidal de un solo filete y giro de cierre a derecha, con una tuerca en bronce.

Se utilizará tornillería zincada y se protegerán todas las superficies de la válvula contra la corrosión mediante inmersión en pintura base, libre de fenoles y plomo. Para su manipulación, el husillo tendrá una terminación en cuadradillo para ser accionado con una llave de fontanero, con una apertura y cierre muy lentos para evitar golpes de ariete.

## MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por unidad de válvula instalada.

Las unidades de obra que contengan válvulas no serán objeto de abono por este artículo.

### 5.8.6. CONTADOR DE AGUA DN100

#### DEFINICIÓN

Contador de agua para el inicio de la Red de Agua Potable, con un diámetro de 100 mm. (4"), instalado en una arqueta de acometida y conectado al ramal de acometida y a la red de distribución. Se incluirán también la instalación de dos válvulas de corte de esfera de 100 mm., grifo de purga, válvula de retención y otros accesorios necesarios, montados y funcionando, incluyendo la verificación.

#### MATERIALES Y EJECUCIÓN

El Contratista presentará a la Dirección de Obra el modelo concreto del contador para su aprobación por el Ingeniero Director de Obra. Se requerirán cuantos catálogos, informes y certificados del fabricante sean necesarios, y en caso de insuficiente información, el Director de Obra podrá exigir ensayos adicionales para verificar la calidad de los materiales.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Se medirá y abonará por unidad de contador, montado, comprobado y funcionando.

### 5.9. PUERTAS METÁLICAS

#### DEFINICIÓN

Se utilizarán dos tipos de puertas metálicas: correderas y manuales para el paso de vehículos (6,8 m de ancho) y peatonales para personas (2,5 m).

#### MEDICIÓN Y ABONO

Se medirán y abonarán por unidad (u) colocada, incluyendo el costo de los cercos, herrajes y anclajes.

## 5.10. OBRAS DE EDIFICACIÓN

### 5.10.1.NAVE INDUSTRIAL. ESTRUCTURA METÁLICA

#### DEFINICIÓN

La estructura metálica se define como el conjunto de elementos de acero que forman parte sustentante de la edificación.

Componentes:

- Perfiles de acero laminado
- Perfiles conformados
- Chapas y pletinas
- Tornillos calibrados
- Tornillos de alta resistencia
- Tornillos ordinarios
- Roblones

Las piezas deberán cumplir con las especificaciones del proyecto de ejecución.

#### MATERIALES Y EJECUCIÓN

El acero utilizado en la estructura metálica será de calidad S-275 para las chapas y perfiles laminados que sirvan como pilares, vigas, correas, cartelas y placas de apoyo. Deberá cumplir con las especificaciones mecánicas y químicas de la norma. Se indicará la calidad y procedencia en tanto las chapas como los perfiles.

Para asegurar la calidad requerida, la Dirección Facultativa podrá exigir un certificado de calidad en origen de un Laboratorio Oficial para todo el material utilizado en la construcción.

La conformación de las vigas y placas de apoyo se realizará a partir de chapas, cortando el borde en una anchura igual al espesor de la chapa en cuestión. Todos los bordes de las chapas a soldar se prepararán de acuerdo con las normas vigentes. Solo se admitirán empalmes según los indicados en los planos, y se consultará con la Dirección Facultativa en caso

Las partes de la fábrica de ladrillo empotradas o encoladas en hormigón o mortero se abonarán como material.

## FÁBRICAS DE LADRILLO MACIZO

### Enlucido de Mortero

El ladrillo se enlucirá en toda su superficie interior con un mortero bastardo de cemento blanco y arena muy fina lavada. El material de agarre debe amasarse muy bien, de modo que quede perfectamente liso y sin grumos.

### Abono

La medición y abono se hará por metro cuadro de fábrica enlucida realmente ejecutada.

En el precio unitario de este epígrafe se entienden comprendidos todos los materiales, que sean necesarios para terminar completamente la clase de fábrica correspondiente, la mezcla del mortero, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para el enlucido completo de toda la fábrica de ladrillo macizo que se ejecute, según prescripciones del proyecto.

## FÁBRICAS DE LADRILLO CARAVISTA

### Generalidades

Los ladrillos se colocarán con juntas de 10 mm de espesor. A la altura del forjado se pondrá tendel de mortero de cal. Las piezas de ladrillo se asentarán a verdadera plomada y a nivel, en tanto que las hiladas deberán quedar completamente horizontales. Los ladrillos se tenderán con ligero arrastre de mortero, con objeto de que las juntas adquieran la misma tonalidad que los ladrillos.

Abono

La medición y abono se hará por metro cuadro de fábrica realmente ejecutada, y el precio comprenderá todos los materiales, que sean necesarios para terminar completamente la fábrica a trueque de ladrillos y según Prescripciones del Proyecto.

## SOLADO DE ADOQUIN DE GRANITO

El solado se ajustará en todas sus partes a las dimensiones, perfiles y cotas que indica el proyecto o que indique el Director de Obra.

Generalidades

Se extenderá sobre una capa de arena apisonada de 5 cm. de espesor.

El granito se colocará a paño perdido y sin que quede tierra entre los adoquines.

Las juntas entre piezas serán las necesarias para que las caras superiores de los adoquines queden en el mismo plano, sin que presente abultamiento alguno.

La fijación se hará mediante piquetas de acero, clavadas en el firme a una distancia no superior a 1 m.

Los bordes se rematarán con un doble cordón de argamasa de cemento y arena (1:3), lo mismo que el encuentro con fábricas o rellenos de tierras.

Abono

Se medirá por metro cuadro según se expresa en el Cuadro de Precios y se abonará el precio que figura en el mismo, y el precio comprenderá todos los materiales, que sean necesarios para terminar completamente el solado de adoquín de granito, la compactación de la capa de arena, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad completa, según Prescripciones del Proyecto.

El pavimento de solado de adoquines de granito se colocará sobre el soporte que se indica en el proyecto y el espesor y disposición que allí se señale.

La medición se hará por metro cuadro según se expresa en el Cuadro de Precios, medido en proyección horizontal, incluyendo las juntas entre piezas y los remates de bordes.

Las piezas rotas o dañadas se tendrán por no puestas y deberán ser sustituidas por otras perfectas y de igual dimensión.

El abono de esta partida se hará al precio fijado en el Cuadro de Precios, y se considerará que este precio y lo que él comprende constituye la única y total compensación por todos los conceptos de que se ocupa esta partida.

## FÁBRICAS DE BLOQUES DE HORMIGÓN

### Generalidades

Los bloques de hormigón serán macizos, de resistencia 35 kg/cm<sup>2</sup>, y se colocarán con juntas de 1 cm de espesor. Se pondrá tendel en todas las hiladas.

### Abono

Se medirán por metro cuadro según se expresa en el Cuadro de Precios y se abonarán el precio que figura en el mismo, y el precio comprende todos los materiales, que sean necesarios para terminar completamente la fábrica, según Prescripciones del Proyecto.

Las fábricas se ejecutarán en todas sus partes con perfecto apeo y encajado de las piezas.

## FÁBRICAS DE LADRILLO CARAVISTA

### Generalidades

Los ladrillos se colocarán con juntas de 10 mm de espesor. A la altura del forjado se pondrá tendel de mortero de cal. Las piezas de ladrillo se asentarán a verdadera plomada y a nivel, en tanto que las hiladas deberán quedar completamente horizontales.

Los ladrillos se tenderán con ligero arrastre de mortero, con objeto de que las juntas adquieran la misma tonalidad que los ladrillos.

### Abono

La medición y abono se hará por metro cuadro de fábrica realmente ejecutada, y el precio comprenderá todos los materiales, que sean necesarios para terminar completamente la fábrica a trueque de ladrillos y según Prescripciones del Proyecto.

## SOLADO DE ADOQUIN DE GRANITO

El solado se ajustará en todas sus partes a las dimensiones, perfiles y cotas que indica el proyecto o que indique el Director de Obra.

### Generalidades

Se extenderá sobre una capa de arena apisonada de 5 cm. de espesor.

El granito se colocará a paño perdido y sin que quede tierra entre los adoquines.

Las juntas entre piezas serán las necesarias para que las caras superiores de los adoquines queden en el mismo plano, sin que presente abultamiento alguno.

La fijación se hará mediante piquetas de acero, clavadas en el firme a una distancia no superior a 1 m.

Los bordes se rematarán con un doble cordón de argamasa de cemento y arena (1:3), lo mismo que el encuentro con fábricas o rellenos de tierras.

Abono

Se medirá por metro cuadro según se expresa en el Cuadro de Precios y se abonará el precio que figura en el mismo, y

La Dirección de la Obra determinará siempre el número de fábricas que ha de abonar.

## FÁBRICAS DE BLOQUES

Generalidades

Los bloques serán de hormigón vibrado de 20x20x40 cm. según pliego de condiciones generales.

Las hiladas se trabarán con mortero de cemento-arena, siendo el espesor de las llagas el indicado en el proyecto.

Los muros irán aplomados y alineados, cuidando de que queden los plomos a la vista.

Los paños de fábrica, una vez acabados, presentarán una superficie razonablemente lisa, según pliego de condiciones generales.

Los muros quedarán limpios de mortero.

En los puntos en que se formen esquinas, éstas serán achaflanadas para que ofrezcan vista exterior de 4 cm. El achaflanado se ejecutará a partir de la última cara vista.

Abono

Se medirán las unidades realmente ejecutadas.

Los precios comprenden todos los materiales, que se definan en la unidad correspondiente, transportes, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente la clase de fábrica correspondiente, según la Prescripciones de este Pliego.

No serán de abono los excesos de obra que ejecute el Constructor sobre los correspondientes a los planos y órdenes de la Dirección de la Obra, bien sea por verificar mal la excavación, por error, conveniencia o cualquier causa no imputable a la Dirección de la Obra.

La Dirección de la Obra determinará siempre el número de fábricas que ha de abonar.

#### 5.10.5.PINTURA

##### MATERIALES Y EJECUCIÓN

Las superficies a pintar recibirán un acabado de pintura con esmalte sintético brillante, según las especificaciones en el pliego de condiciones generales.

Las superficies a pintar se limpiarán de polvo y grasa antes de pintar.

Las carpinterías de madera deberán ser tratadas con una mano de imprimación antes de su pintado.

Las maderas barnizadas deberán lijarse antes de pintar.

En las instalaciones de fontanería, la pintura se efectuará una vez comprobado que todas las instalaciones han sido objeto de pruebas y no existen fugas.

Abono

La medición se hará por metros cuadrados de superficie pintada, entendiéndose por tal la medida entre planos verticales y horizontales de la superficie de color.

En el precio quedan incluidos todos los materiales, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente la pintura de las superficies que se hayan de pintar, según las prescripciones de este Pliego y las indicaciones del Director de la Obra.

La dirección de la Obra determinará siempre la cantidad de pintura que ha de abonar.

Es fundamental garantizar la calidad de las válvulas utilizadas en la instalación para evitar problemas futuros. Se proponen modelos específicos que deben ser aprobados por el Ingeniero Director de Obra. Además, se exige una serie de pruebas y ensayos para verificar la seguridad y la calidad de los materiales. En caso de cierres motorizados, también se deben realizar pruebas específicas para garantizar su correcto funcionamiento.

En cuanto a las puertas metálicas, se especifican dos tipos: corredera y manual para el paso de vehículos y peatonal para personas. La medición y el abono se harán por unidad colocada, incluyendo todos los elementos necesarios para su instalación.

Las estructuras metálicas de la nave industrial deben cumplir con una serie de tolerancias para asegurar su correcta instalación y resistencia. Además, se detallan los procedimientos de soldadura permitidos y se exige la aplicación de capas de imprimación y pintura para proteger la estructura contra la corrosión.

Para las cubiertas, se especifica el uso de paneles sandwich con dos planchas nervadas galvanizadas y lacadas, aislamiento de lana de roca y perfiles omega de acero galvanizado. En el caso de los cerramientos, se utilizarán placas prefabricadas de hormigón armado.

Finalmente, en las fábricas de ladrillo y bloques, se establecen los procedimientos de colocación, limpieza y acabado para asegurar que los muros queden perfectamente alineados y estancos.

Para cada una de estas obras, se indica claramente cómo se realizará la medición y el abono, así como los materiales y la mano de obra incluida en el precio. Además, se establecen condiciones específicas para evitar excesos de obra y garantizar la calidad de la ejecución.

En resumen, este texto define con precisión las características y requerimientos técnicos para la instalación de válvulas, puertas metálicas, estructuras, cubiertas y cerramientos en una obra de edificación. Se enfoca en la calidad, la seguridad y el cumplimiento de las normativas vigentes para asegurar el correcto funcionamiento y durabilidad de los elementos constructivos.

## TABICÓN DE LADRILLO HUECO DOBLE

### Generalidades:

- Se utilizarán tabicones huecos para la construcción de tabiques, colocándolos de canto con sus lados mayores formando los paramentos del tabique.
- Antes de su uso, los tabicones se mojarán y se tomarán con mortero de cemento.
- La construcción se realizará con el auxilio de miras y cuerdas, asegurando la perfecta horizontalidad de las hiladas.
- Cuando haya huecos en el tabique, se colocarán previamente los cercos, los cuales quedarán aplomados y nivelados.

### Abono:

- La medición se hará por metro cuadrado de tabique realmente ejecutado.

## REVESTIMIENTOS

### MORTERO DE CEMENTO:

- Se utilizarán morteros de cemento para enfoscados de paredes interiores y exteriores, maestreados y no maestreados.
- Los materiales empleados cumplirán las exigencias establecidas en el Pliego General de Condiciones y en la Norma Básica de la Edificación NBE-FL-90.
- Para enfoscados con mortero de cemento, se seguirá la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-RPE (1974).

#### YESOS:

- Se utilizará pasta de yeso para tendidos, guarnecidos y enlucidos de paredes interiores.
- El yeso empleado cumplirá con las especificaciones del Pliego General de Condiciones y la Norma UNE 102010 (1986) 1 R.
- La ejecución se realizará siguiendo las recomendaciones de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-RPG (1974).

#### BALDOSA DE GRES CERÁMICO:

- Las baldosas de gres cerámico deberán cumplir lo prescrito en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.
- Deben estar exentas de picaduras, defectos en el esmalte y alabeos, presentando una misma tonalidad de color.
- El fabricante garantizará la calidad mediante certificados de ensayos.

#### AZULEJOS:

- Los azulejos deben cumplir lo establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.
- Deben ser completamente planos y tener un esmalte liso y de color uniforme.
- El fabricante garantizará la calidad mediante certificados de ensayos.

#### PINTURAS:

- Se emplearán los tipos de pinturas indicados en el cuadro de precios para diferentes superficies.
- Las materias primas seguirán las normas INTA comisión 16.

- Se requerirá certificado de calificación del INTA o sello de calidad homologado para sustituir ensayos.

#### OTROS MATERIALES DE REVESTIMIENTO:

- Los materiales empleados en revestimientos sin especificación cumplirán las condiciones fijadas en las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-R "Revestimientos."

#### CARPINTERÍA METÁLICA:

- Los hierros y aceros cumplirán las condiciones de la Vigente Instrucción para la Redacción de Proyectos y Construcción de Estructuras Metálicas.
- La carpintería de acero cumplirá la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-FCA "Fachadas de carpintería de acero."

#### CARPINTERÍA DE ALEACIONES LIGERAS:

- Se utilizará carpintería de perfiles de aleación de aluminio para cerramientos de huecos de fachada, cumpliendo las normas establecidas.

#### PUERTAS DE MADERA:

- Las puertas de madera se colocarán en huecos de paso de particiones interiores.
- La carpintería de madera se regirá por las normas UNE 56801 (1969) y UNE 56803-1R (1988).
- Se exigirá certificado de garantía sobre la resistencia y calidad del material.

#### SOLADOS Y ALICATADOS:

- Los materiales empleados en pavimentos y alicatados cumplirán las especificaciones de las Normas UNE de calidad.

#### VIDRIO:

- El vidrio utilizado deberá resistir las condiciones ambientales y no presentar defectos.
- Se requerirá un espesor uniforme y certificado de garantía.

#### INSTALACIONES DE FONTANERÍA:

- Los materiales utilizados en las instalaciones interiores de agua fría y caliente cumplirán las especificaciones de las Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Los aparatos sanitarios serán de marca conocida y calidad, y se exigirá certificado de homologación para la grifería.

#### DISTRIBUCIÓN DE FUERZA EN BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO:

- Se cumplirá con las normativas y reglamentaciones vigentes para la distribución de fuerza en baja tensión y alumbrado.
- Se instalarán cuadros generales y de zona según sea necesario.
- Se utilizarán conductores eléctricos de cobre y tubos protectores de PVC, y se seguirán las normas establecidas para protecciones y tomas de tierra.

#### UNIDADES DE OBRA NO INCLUIDAS:

- Las unidades de obra no incluidas se ejecutarán de acuerdo a las reglas de buena práctica constructiva y las disposiciones del Director de Obra.
- Su precio será evaluado considerando obras o materiales análogos, y se discutirá y aprobará posteriormente si es necesario.

## TABICÓN DE LADRILLO HUECO DOBLE

### Introducción

En la construcción de tabiques, se utilizarán tabicones huecos dispuestos en posición vertical, con sus lados mayores formando los paramentos del tabique. Antes de su uso, los tabicones se humedecerán adecuadamente y se colocarán con mortero de cemento. La construcción se llevará a cabo mediante el uso de miras y cuerdas para garantizar la alineación y nivelación, y las hiladas se rellenarán de manera perfectamente horizontal. Cuando sea necesario, se colocarán previamente cercos para los espacios vacíos, asegurándose de que estén correctamente aplomados y nivelados.

### Medición y Pago

La medición de los tabicones se realizará por metro cuadrado del tabique realmente ejecutado.

## 5.10.5.REVESTIMIENTOS

### MORTERO DE CEMENTO

En la ejecución de enfoscados de paredes interiores y exteriores, maestreados y no maestreados, se utilizarán morteros de cemento. Los materiales empleados en la fabricación de estos morteros cumplirán las especificaciones establecidas en este Pliego y deberán ajustarse a la Norma Básica de la Edificación NBE-FL-90 "Muros Resistentes de Fábrica de Ladrillo" (Capítulo 3: Morteros). Para la aplicación de enfoscados con mortero de cemento, se seguirá lo estipulado en la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-RPE (1974) "Revestimientos de Paramentos Enfoscados".

### YESOS

Para la ejecución de tendidos, guarnecidos y enlucidos de paredes en interiores, se utilizará pasta de yeso. El yeso empleado deberá cumplir las exigencias establecidas en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las obras de construcción (RY-85). Se emplearán los tipos de yeso definidos en la Norma UNE 102010 (1986) 1 R. Yesos para la construcción. Especificaciones. Asimismo, se atenderán las recomendaciones de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-RPG (1974) "Revestimiento de Paramentos - Guarnecidos y Enlucidos".

Los fabricantes deberán garantizar el cumplimiento del Pliego (RY-85) mediante certificados de laboratorios homologados que incluyan los resultados de los ensayos físicos y mecánicos (UNE 102031) y los análisis químicos (UNE 102032). En caso de poseer sello de calidad oficial y vigente, no será necesario presentar un certificado de garantía, bastará con proporcionar una copia de los documentos de identificación del yeso.

## BALDOSA DE GRES CERÁMICO

Las baldosas de gres cerámico utilizadas deberán cumplir las especificaciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, en los apartados 7.1.4. y 7.1.6. Se verificará que las baldosas estén exentas de picaduras, defectos en el esmalte y alabeos, y que presenten una tonalidad de color uniforme. Los fabricantes deberán certificar el cumplimiento del Pliego mediante resultados de ensayos que incluyan dimensiones (UNE-67098), absorción de agua (UNE-67099) y resistencia al cuarteo (UNE-67105). La presencia de un sello de calidad homologado y vigente eximirá la necesidad de presentar un certificado de garantía.

## AZULEJOS

Los azulejos utilizados deberán cumplir las especificaciones indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, en el apartado 7.1.16. Se verificará que los azulejos estén completamente planos y que el esmalte presente una superficie lisa y de color uniforme. Los fabricantes deberán certificar el cumplimiento del Pliego mediante resultados de ensayos que incluyan dimensiones (UNE-67098), absorción de agua (UNE-67099) y resistencia al cuarteo (UNE-67105). La presencia de un sello de calidad homologado y vigente eximirá la necesidad de presentar un certificado de garantía.

## PINTURAS

Se emplearán los tipos de pinturas indicados en el cuadro de precios para las diferentes superficies definidas en el presente Proyecto. Las pinturas deberán cumplir las normas INTA comisión 16 en cuanto a las materias primas constitutivas, aceites secantes, pigmentos, cargas, disolventes compuestos, preparados, plastificantes, secantes y resinas. Los ensayos físicos y químicos se realizarán según las normativas INTA aplicables. Los fabricantes podrán sustituir los ensayos por certificados de calificación del INTA o por sellos de calidad homologados y vigentes.

## OTROS MATERIALES DE REVESTIMIENTO

Los materiales utilizados en obras de revestimiento deberán cumplir las condiciones fijadas para cada uno de ellos en las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-R "Revestimientos".

### 5.10.6.CARPINTERÍA

#### CARPINTERÍA METÁLICA

Los hierros y aceros empleados deberán cumplir las condiciones prescritas en la Instrucción para la Redacción de Proyectos y Construcción de Estructuras Metálicas. En el caso de la carpintería de acero, se seguirán las pautas establecidas en la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-FCA "Fachadas de carpintería de acero". La galvanización en elementos galvanizados deberá ser uniforme y libre de rugosidades, y el resto de piezas deberán ser de la mejor calidad disponible en el mercado. Si se cuenta con certificados de garantía emitidos por la factoría siderúrgica fabricante, los ensayos de recepción podrán obviarse.

#### CARPINTERÍA DE ALEACIONES LIGERAS

Se utilizará carpintería de perfiles de aleación de aluminio para el cerramiento de huecos de fachada en los lugares previstos en los planos.

Normas de obligado cumplimiento:

- NBE-CT-79 (1979). Norma Básica de la Edificación. Condiciones térmicas en los edificios. Artículo 20. Anexo nº 1. (1-29).
- NBE-CA-88 (1988). Norma Básica de la Edificación. Condiciones acústicas en los edificios. Artículo 13. Fachadas. Anexos nº 3 y 4.

La ejecución se realizará según la Norma Tecnológica de Edificación NTE-FCL (1974) "Fachadas. Carpintería de aleaciones ligeras".

Se exigirá al fabricante certificado de garantía sobre, resistencia al viento, estanqueidad al agua y permeabilidad al aire, a través de ensayos realizados según las normas.

- UNE 85204 (1979). Método de ensayo de Ventanas. Ensayos de resistencia al viento.
- UNE 85206 (1981). Método de ensayo de Ventanas. Ensayo de estanqueidad.
- UNE 85214 (1980). Método de ensayo de Ventanas. Ensayo de permeabilidad al aire.

Si los materiales poseen sello de calidad homologado y vigente, los ensayos no serán necesarios.

#### PUERTAS DE MADERA

En los espacios interiores destinados a pasos, se instalarán puertas fabricadas con madera. La carpintería utilizada para estas puertas seguirá las normativas establecidas, que incluyen la UNE 56801 (1969) que trata sobre la terminología y clasificación de las puertas planas de madera, y la UNE 56803-1R (1988) que define las especificaciones técnicas para puertas de madera.

La ejecución de las puertas se llevará a cabo conforme a las directrices de la Norma Tecnológica de Edificación NTE-PPM (1975) "Particiones. Puertas de madera". Para garantizar la calidad de las puertas, se requerirá un certificado de garantía emitido por el fabricante, que incluya la información sobre humedad según UNE 56529, dimensiones según UNE 56821, alabeo según UNE 56824, curvatura según UNE 56824, arranque de tornillos según UNE 56803, y resistencia a las variaciones de humedad según UNE 56803. En caso de que las puertas cuenten con un sello de calidad homologado y vigente, no será necesario realizar los ensayos mencionados.

#### 5.10.7. SOLADOS Y ALICATADOS

Los materiales utilizados en los pavimentos, alicatados, etc., deberán cumplir con las adecuadas normas UNE de calidad correspondientes. Las piezas utilizadas deberán tener una forma y tamaño regulares, con aristas vivas y caras planas, además de presentar

uniformidad en el color y masa homogénea. Se evitarán hendiduras, grietas, oquedades o desconchones en las piezas utilizadas.

#### 5.10.8. VIDRIO

El vidrio utilizado deberá tener una excelente resistencia y no presentar efecto irisado frente a la exposición al aire, la humedad, el calor, el agua fría o caliente y los ácidos, a excepción del fluorhídrico. No debe mostrar un tono verde oscuro al ser visto desde ningún ángulo, y tampoco deberá amarillear debido a la radiación solar. Además, se evitará que el vidrio presente manchas, burbujas, grietas, piquetas, estrías u otros defectos. Es importante que tenga una superficie completamente plana y sea transparente. El espesor debe ser uniforme, y su corte debe ser perfecto, sin asperezas, ondulaciones o cortes irregulares en los bordes.

#### 5.10.9. INSTALACIONES DE FONTANERÍA

##### INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA

Los materiales utilizados en las instalaciones interiores de agua fría cumplirán con las especificaciones establecidas en la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IFF "Instalaciones de Fontanería: Agua fría". Asimismo, los materiales empleados en las instalaciones de agua caliente, desde la toma de agua fría hasta los aparatos de consumo, deberán cumplir las especificaciones de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IFC "Instalaciones de Fontanería: Agua caliente".

El calentador de agua utilizado será de alta calidad y se suministrará con todos los elementos necesarios para su funcionamiento, incluyendo un certificado de garantía con una duración mínima de un año y especificaciones técnicas detalladas. Las pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad se llevarán a cabo de acuerdo con las normas establecidas en la Norma Básica "Instalaciones Interiores de Agua" del Ministerio de Industria y Energía. Además, se instalará un contador que cumpla con los requisitos de la compañía suministradora y se proporcionarán llaves de corte generales.

##### SANEAMIENTO INTERIOR

Los materiales y equipos utilizados en el saneamiento interior deberán cumplir con los estándares establecidos en la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-ISS "Instalaciones de Salubridad: Saneamiento". Se llevarán a cabo los controles y pruebas de servicio especificados en dicha norma.

## APARATOS SANITARIOS

Todos los aparatos sanitarios y sus griferías serán de marcas reconocidas y de alta calidad. Se garantizará que cumplan con las especificaciones estándar de dureza, resistencia al cuarteamiento y resistencia a los ácidos. No se aceptarán aparatos con daños en el esmalte. Se requerirá un certificado de homologación para la grifería antes de su instalación.

Una vez instalados, los aparatos sanitarios serán sometidos a pruebas para asegurar su correcto funcionamiento. Los grifos y mandos deben ser fáciles de manipular y no deben presentar defectos.

## 5.11 DISTRIBUCIÓN DE FUERZA EN BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO

### 5.11.1 NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN

Las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, cumplirán las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto)
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Norma Tecnológica NTE-IEB/1974 (Decreto 3565/1972 de 23 de Diciembre).
- Normas Particulares de la Compañía Suministradora de Energía eléctrica (Iberdrola).
- Ley 10/1996, de 18 de marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2619/1966 de 20 de octubre.
- Recomendaciones UNESA.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER.

- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IEE – Alumbrado Exterior (B.O.E. 12.8.78).
  
- Normas UNE 20.324 y UNE-EN 50.102 referentes a Cuadros de Protección, Medida y Control.
- Normas UNE-EN 60.598-2-3 y UNE-EN 60.598-2-5 referentes a luminarias y proyectores para alumbrado exterior.
- Real Decreto 2642/1985 de 18 de diciembre (B.O.E. de 24-1-86) sobre Homologación de columnas y báculos.
- Real Decreto 401/1989 de 14 de abril, por el que se modifican determinados artículos del Real Decreto anterior (B.O.E. de 26-4-89).
- Orden de 16 de mayo de 1989, que contiene las especificaciones técnicas sobre columnas y báculos (B.O.E. de 15-7-89).
- Orden de 12 de junio de 1989 (B.O.E. de 7-7-89), por la que se establece la certificación de conformidad a normas como alternativa de la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
  
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
  
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

### 5.11.2. EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La ejecución de las instalaciones estará en conformidad con el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según el Decreto 2413/73 de 20 de septiembre de 1973, publicado en el B.O.E. nº 242 de 9 de octubre de 1973, y las instrucciones complementarias.

Cada circuito será protegido de manera independiente contra sobretensiones, y todos partirán desde un único aparato general de mando y protección.

Los empalmes se realizarán utilizando bornes de conexión individuales o regletas de conexión, siempre ubicados en el interior de cajas de superficie o derivación, de acuerdo con la instrucción MIE BT 019. En ningún caso se permitirá la unión de cables mediante retorcimiento o arrollamiento entre sí.

### 5.11.3. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Con el objetivo de mejorar la seguridad de las instalaciones, cualquier modificación que afecte a estas debido a ampliaciones de potencia o cambios en las características de la energía, requerirá que el propietario o usuario tome las medidas necesarias para adaptar la instalación a las condiciones de seguridad establecidas en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### 5.11.4. CALIDAD DE LOS MATERIALES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE ALUMBRADO

- Conductores eléctricos: Los conductores empleados serán de cobre electrolítico, con doble aislamiento de polietileno reticulado y una tensión nominal de 1.000 V para líneas de C.G.P. a cuadro de contadores, y de 750 V de tensión nominal para los circuitos interiores. Estarán protegidos mediante tubo aislante de PVC rígido.

- Las secciones de los conductores para cada circuito serán, como mínimo, las especificadas en el presente Proyecto.

- Conductores de protección: De acuerdo con la instrucción MIE BT 023, serán de cobre y contarán con el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán en la misma canalización que estos y su sección se ajustará a lo indicado en la instrucción MIE BT 017.

- Identificación de los conductores: Se utilizarán los siguientes colores para identificar los conductores:

(Aquí faltaría incluir los colores utilizados para la identificación de los conductores, ya que no se proporcionan en el texto original.)

- Fase ----- Negro, marrón y gris
- Neutro Azul
- Protección ----- Amarillo y verde

- Tubos protectores: Los tubos protectores serán de PVC, pudiendo ser aislantes flexibles para montaje empotrado o rígidos curvables en caliente para montaje superficial.

- Cajas de empalme y derivación: Estas cajas estarán fabricadas con material aislante. Sus dimensiones permitirán alojar de manera holgada todos los conductores que deben contener. La profundidad de las cajas será al menos igual al diámetro del tubo más grande más un 50% adicional, con un mínimo de 40 mm de profundidad y 80 mm de diámetro o lado interior.

- Aparatos de mando, maniobra y protección: Los interruptores generales de corte omnipolar tendrán la capacidad de cortar la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de la instalación. Los interruptores diferenciales serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de la instalación, y su nivel de sensibilidad será de 30mA.

#### 5.11.5. CUADRO GENERAL Y CUADRO DE ZONAS DE BAJA TENSIÓN

Se instalará un cuadro general de Baja Tensión, y si es necesario, cuadros de zona adicionales. El Contratista proporcionará un esquema general unifilar de Baja Tensión.

Los armarios serán accesibles y estarán debidamente etiquetados con todos los materiales y terminales, agrupados por elementos relacionados con un mismo receptor. Se garantizará la facilidad de desmontaje y extracción de los distintos elementos alojados en los cuadros. En las protecciones, se indicará claramente su función (alarma, desconexión, etc.). Se procurará que las labores de mantenimiento y reparación afecten al menor número posible de receptores, preferiblemente a ninguno.

#### 5.11.6. PROTECCIONES GENERALES

Cada circuito, tanto de fuerza como de alumbrado, contará con las protecciones normales, además de un relé diferencial que actúe como protección contra la puesta en tensión accidental de las partes aisladas de los receptores conectados a él. La sensibilidad de estos relés diferenciales será de 0.3 a 0.5 Amperios, dependiendo de la calidad de las tomas de tierra obtenidas. Los diferenciales generales estarán equipados con relés de retardo para evitar disparos innecesarios.

#### 5.11.7. TOMAS DE TIERRA

Las líneas y tomas de tierra se diseñarán de manera que las masas metálicas no puedan alcanzar una tensión superior a 24 V con respecto a la tierra. Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra conectada a una red general independiente de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de Baja Tensión. Además, en los báculos exteriores de columna, se podrá disponer de una pica independiente para toma de tierra. Las instalaciones de toma de tierra seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.

# DOCUMENTO 4: Presupuesto

## 7.1 ACERO

### Estructura metálica principal

El acero utilizado será el tipo S275JR en diversas componentes de la estructura, como vigas, pilares, perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, tirantes ( $\emptyset$ , L, etc.), piezas simples, placas de anclaje y estructura soldada.

Antes de comenzar las actividades relacionadas con la ejecución, se deben cumplir las siguientes condiciones previas:

- La zona de soldadura no se pintará.
- Se evitará el contacto directo entre el acero y otros metales, así como con yesos.
- No se llevarán a cabo trabajos de soldadura cuando la temperatura sea inferior a 0°C.
- El programa de montaje de la estructura, basado en las indicaciones del Proyecto, junto con la documentación que certifique que los soldadores involucrados en la ejecución están certificados por un organismo acreditado, deberá presentarse al Director de ejecución de la obra para su aprobación.

Estas condiciones aseguran que se cumplan los estándares y requisitos necesarios durante el proceso de ejecución y garantizan la calidad y seguridad de la estructura metálica.

*Incluye:*

- Replanteo de la viga en sus apoyos.
- Limpieza y preparación del plano de apoyo del sistema.
- Colocación y fijación provisional de la viga.
- Nivelación y aplomado. Ejecución de las uniones.
- Reparación de defectos superficiales.

*Condiciones de terminación:* Enumeración de las condiciones en que debe quedar la unidad de obra para poder proseguir la ejecución del resto de unidades:

- Las cargas se transmitirán correctamente a la estructura.
- El acabado superficial será el adecuado para el posterior tratamiento de protección.

*Criterio de medición del proyecto:* peso nominal medido según documentación gráfica del Proyecto.

Total, kg:	25.000,00 kg	1,66 €/kg	41.500,00
------------	--------------	-----------	-----------

## 7.2 FACHADAS

### Paneles prefabricados de metal

Cerramiento de fachada formado por placas alveolares de metal, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, montaje horizontal.

*Condiciones previas del soporte:* Antes de iniciarse las actividades correspondientes al proceso de ejecución, se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Se comprobará que la superficie de apoyo de las placas está correctamente nivelada con la cimentación.
- Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento supere los 50 km/h.
- Se protegerá durante las operaciones que pudieran ocasionarle manchas o daños mecánicos.
- Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

*Incluye:*

- Replanteo de placas.
- Colocación del cordón de caucho adhesivo.
- Posicionamiento de las placas en su lugar de colocación.
- Aplomo y apuntalamiento de las placas.
- Soldadura de los elementos metálicos de conexión.
- Sellado de juntas

*Condiciones de terminación:* enumeración de las condiciones en que debe quedar la unidad de obra para poder proseguir la ejecución del resto de unidades: El conjunto quedará aplomado, bien anclado a la estructura soporte y será estanco.

*Criterio de medición de proyecto:* Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, sin duplicar esquinas ni encuentros, deduciendo los huecos de superficie mayor de 3 m<sup>2</sup>.

Total m <sup>2</sup> :	1314,24 m <sup>2</sup>	9,85 €/m <sup>2</sup>	1.294,52 €
------------------------	------------------------	-----------------------	------------

## 7.3 CUBIERTA

### Chapas de acero

Cubierta inclinada de panel de sándwich Tapajuntas de “Panel de Sándwich Group” espesor 30mm;

*Condiciones previas del soporte:* Antes de iniciarse las actividades correspondientes al proceso de ejecución, se realizarán las siguientes comprobaciones:

- La naturaleza del soporte permitirá el anclaje mecánico de los rastreles, y sudimensionamiento garantizará la estabilidad, con la flecha mínima, del conjunto.
- Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento supere los 50km/h.
- Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

*Incluye:*

- Delimitación de los huecos de iluminación y ventilación.
- Limpieza y presentación de los paneles.
- Colocación de los paneles.
- Ensamble, reglaje y sujeción de las chapas mediante tornillos autorroscantes.
- Taladro y anclaje del panel aislante e impermeabilizante.
- Ejecución de encuentros especiales y remates.

*Condiciones de terminación:* enumeración de las condiciones en que debe quedar la unidad de obra para poder proseguir la ejecución del resto de unidades: Serán básicas las condiciones de estanqueidad, el mantenimiento de la integridad de la cobertura frente a la acción del viento y la libre dilatación de todos los elementos metálicos.

*Criterio de medición del proyecto:* superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto.

Total m <sup>2</sup> :	1.649,9 m <sup>2</sup>	19,2 €/m <sup>2</sup>
	31.678,08 €	

## 7.4 Presupuesto

### Presupuesto Construcción de la nave

Precios del material del proyecto:

- Estructura metálica: 41.500,00
- Cerramientos y fachada: 1.294,52 €
- Cubierta: 31.678,08 €
- Acondicionamiento y cimentación: 42.377,08 €

Presupuesto de ejecución de material: 74.472,6 €

### Presupuesto gestión de residuos

#### RESIDUOS DE MATERIA PETREA

Carga con medios mecánicos y transporte de tierras a instalación autorizada de gestión de residuos, con camión de 12 t, con un recorrido de más de 2 y hasta 5 km,

Importe: 15484,6195 €

Deposición controlada en vertedero autorizado de residuos de tierra inertes con una densidad 1,6 t/m<sup>3</sup>, procedentes de excavación, con código 170504 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)

Importe: 25017,66133 €

Importe Total: 25017,66133 €

#### RESIDUOS DE MATERIA NO PETREA

Clasificación a pie de obra de residuos de construcción o demolición en fracciones según REAL DECRETO 105/2008, con medios manuales

Importe: 4910,03 €

Carga con medios mecánicos y transporte de residuos inertes o no peligrosos (no especiales) a instalación autorizada de gestión de residuos, con camión para transporte de 12 t, con un recorrido de más de 5 y hasta 10 km.

Importe: 1907,37 €

Deposición controlada en centro de reciclaje de residuos de madera no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,19 t/m<sup>3</sup>, procedentes de construcción o demolición, con código 170201 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)

Importe: 1282,00 €

Deposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos de papel y cartón no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,04 t/m<sup>3</sup>, procedentes de construcción o demolición, con código 150101 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)

Importe: 96,15 €

Deposición controlada en centro de selección y transferencia de residuos de plástico no peligrosos (no especiales) con una densidad 0,035 t/m<sup>3</sup>, procedentes de construcción o demolición, con código 170203 según la Lista Europea de Residuos (ORDEN MAM/304/2002)

Importe: 2352,5

Importe Total: 10548,05 €

#### PUNTO LIMPIO

Retirada mensual de los contenedores en el área de aportación, incluyendo alquiler contenedores de residuos asimilables a urbanos, tales como vidrio, papel/cartón y envases ligeros, etc...., así como contenedor para residuos metálicos y retirada de los mismos por gestor autorizado, incluyendo en su contrato la valorización de los residuos generados y eliminación en vertedero autorizado en su caso.

Importe: 1084,55 €

Retirada mensual de los contenedores de residuos peligrosos en el área de aportación, incluyendo alquiler contenedores especiales para residuos peligrosos, identificados en el Estudio de Gestión de Residuos, tales como sprays, pilas, baterías, etc... Retirada de los mismos por gestor autorizado, incluyendo en su contrato la valorización de los residuos generados y eliminación en vertedero autorizado en su caso.

Importe: 3471,9 €

Importe Total: 4556,45 €

Importe Presupuesto Gestión Residuos: 55.606,78 €

### **Presupuesto control de calidad**

En la construcción de una nave industrial, la actividad relacionada con los elementos mencionados involucraría una serie de procesos y pruebas para asegurar la calidad, resistencia y adecuado funcionamiento de cada uno de ellos. A continuación, se describe cómo sería la actividad en la obra para cada elemento:

#### **TERRAPLENES:**

**MATERIAL:** Antes de comenzar con la construcción del terraplén, se realizaría un análisis granulométrico por tamizado del suelo disponible en el sitio para seleccionar adecuadamente los materiales que se utilizarán en el terraplén. Se evaluarían los límites de Atterberg y el índice CBR para garantizar su estabilidad y capacidad portante.

Importe: 182 €

**COMPACTACIÓN:** Durante la construcción del terraplén, se llevaría a cabo un control de la densidad y humedad "in situ" para asegurar que se alcancen los niveles de compactación requeridos para una base sólida y estable.

Importe: 20 €

#### **RELLENOS / RELLENO DE ZANJAS:**

**MATERIAL:** Se realizaría un análisis granulométrico por tamizado del material utilizado para los rellenos, incluido el relleno de zanjas, para garantizar su adecuada composición y distribución de tamaños de partículas.

Importe: 182 €

**COMPACTACIÓN:** Durante el proceso de relleno, se llevaría a cabo el control de la densidad y humedad "in situ" para asegurar una compactación adecuada y una buena consolidación del suelo.

Importe: 15 €

#### **ZAHORRA ARTIFICIAL:**

**MATERIAL:** Se llevaría a cabo un análisis granulométrico por tamizado del material utilizado en la zahorra artificial para asegurar la adecuada distribución de tamaños de partículas.

Importe: 435 €

**COMPACTACIÓN:** Se controlaría la densidad y humedad "in situ" durante la colocación y compactación de la zahorra artificial para asegurar una base sólida y estable.

Importe: 45 €

**MEZCLA BITUMINOSA:**

**ESTUDIO DE LA MEZCLA:** Se realizaría un análisis para evaluar la consistencia y resistencia a compresión de la mezcla bituminosa, garantizando que cumpla con los estándares y requisitos de diseño.

Importe: 150 €

**COMPACTACION:** densidad con extracción de testigos y proporción de huecos.

Importe: 1216,51 €

**HORMIGONES:**

**ESTUDIO DE LA MEZCLA:** Se llevaría a cabo un análisis para evaluar la consistencia del hormigón utilizando el Cono de Abrams y se determinaría su resistencia a compresión para asegurar que cumpla con los estándares requeridos.

Importe: 156,9 €

**ACERO:**

**BARRAS CORRUGADAS:** Se realizarían ensayos de tracción a temperatura ambiente para medir la resistencia, el alargamiento de rotura y el módulo de elasticidad del acero. También se realizarían pruebas de doblado simple y doblado-desdoblado para evaluar su ductilidad.

Importe: 433,18 €

**ACEROS ESTRUCTURALES / PERFILES LAMINADOS:** Se llevaría a cabo un control de calidad según el certificado S/UNE-EN 10021 para certificar la calidad de los perfiles laminados de acero utilizados en la estructura de la nave.

Importe: 370,45 €

### TUBERÍA:

**PRUEBA INSTALADA:** Después de la instalación, se realizaría una prueba de presión hidráulica interior para asegurarse de que no haya fugas ni debilidades en la unión de los tramos de tubería. También se verificaría la estanqueidad de la tubería.

Importe: 300 €

**TUBERIAS DE POLIETILENO:** En la construcción de una nave industrial, las tuberías de polietileno son sometidas a un riguroso proceso de comprobación y pruebas. Antes de su instalación, se verifican las dimensiones, espesor, rectitud y aspecto general para asegurar su calidad. Posteriormente, se realizan pruebas de estanqueidad, aplastamiento o flexión transversal, y se evalúa su resistencia a la presión hidráulica interior. Una vez instaladas, se repite la prueba de presión interior para verificar la ausencia de fugas, y se realiza una prueba adicional de estanqueidad para asegurar su correcto funcionamiento y evitar pérdidas de fluidos en el sistema. Este proceso garantiza que las tuberías de polietileno cumplan con los estándares de calidad y seguridad necesarios para un transporte eficiente y seguro de los fluidos en la nave industrial.

Importe: 620 €

### EQUIPOS:

Se verificaría que los equipos utilizados en la obra cuenten con certificados de calidad homologados para garantizar que cumplen con los estándares y requisitos de seguridad establecidos.

Importe: 400 €

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS:

Se aseguraría que las instalaciones eléctricas cuenten con certificados de calidad homologados y se realizarían pruebas de puesta a punto y funcionamiento para verificar su correcto funcionamiento y cumplimiento con los requisitos de seguridad eléctrica.

Importe: 1000 €

Presupuesto total del control de calidad: 5.155,59 €

## **Presupuesto seguridad y salud**

### **PROTECCIONES INDIVIDUALES:**

En esta categoría, se incluyen todos los elementos de seguridad personal necesarios para proteger al trabajador de posibles riesgos en el lugar de trabajo. Esto puede incluir cascos, guantes, gafas de seguridad, calzado de protección, arneses, protectores auditivos, mascarillas, entre otros. La partida presupuestaria para esta categoría debe contemplar la compra inicial de los equipos y sus reemplazos periódicos, garantizando que los trabajadores cuenten con protecciones en óptimas condiciones durante todo el proyecto de construcción.

Importe: 2101,38 €

### **PROTECCIONES COLECTIVAS:**

En esta categoría, se consideran las medidas de seguridad diseñadas para proteger a un grupo de trabajadores o áreas específicas. Esto puede abarcar la instalación de barandillas y pasamanos en zonas elevadas, redes de seguridad para evitar caídas, protecciones en máquinas y equipos peligrosos, sistemas de contención para evitar la dispersión de materiales peligrosos, entre otros. El presupuesto para protecciones colectivas debe tener en cuenta el diseño, instalación y mantenimiento de estas medidas para garantizar un ambiente seguro y protegido para todos los trabajadores.

Importe: 8965,9 €

### **SEÑALIZACIÓN, PROTECCIONES ELÉCTRICAS Y DE INCENDIOS:**

En esta categoría, se engloban los gastos asociados a la señalización de seguridad en el lugar de trabajo, lo que incluye la colocación de señales de advertencia, indicativas y de emergencia. Además, se contempla la instalación y mantenimiento de sistemas de protección eléctrica para prevenir accidentes por cortocircuitos o descargas eléctricas, así como la provisión de equipos de lucha contra incendios, como extintores, rociadores y sistemas de alarma. Esta partida presupuestaria busca garantizar una respuesta efectiva ante emergencias y minimizar los riesgos asociados a incendios y electricidad.

Importe: 1743,73 €

#### INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR:

En esta categoría, se incluyen los gastos destinados a proporcionar instalaciones adecuadas de higiene y bienestar para los trabajadores en el lugar de trabajo. Esto puede comprender la construcción y mantenimiento de baños, vestuarios, comedores, áreas de descanso, y fuentes de agua potable. El objetivo es garantizar que los trabajadores tengan condiciones adecuadas para mantener su higiene personal y bienestar durante su jornada laboral, lo que contribuye a un ambiente de trabajo más saludable y cómodo.

Importe: 5995,8 €

#### MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS:

En esta categoría, se consideran los gastos relacionados con la atención médica preventiva para los trabajadores y la provisión de equipos y suministros de primeros auxilios en caso de accidentes o emergencias médicas. Esto incluye revisiones médicas periódicas, exámenes de salud, programas de vacunación, y la dotación de botiquines y equipos médicos básicos. El presupuesto en esta categoría busca promover la salud y prevenir posibles riesgos ocupacionales, así como garantizar una respuesta rápida y efectiva en caso de lesiones o incidentes.

Importe: 1300,99 €

#### FORMACIÓN DE MANO DE OBRA:

En esta categoría, se consideran los recursos destinados a la capacitación y formación en temas de seguridad y salud laboral para el personal que trabajará en la construcción de la nave industrial. Esto incluye programas de formación en el uso adecuado de equipos de protección personal, procedimientos de seguridad, técnicas de prevención de accidentes y respuesta ante emergencias. El presupuesto destinado a la formación de mano de obra busca mejorar la conciencia de seguridad entre los trabajadores y promover una cultura de prevención en el lugar de trabajo.

Importe: 381,6 €

Presupuesto Total de la Seguridad y Salud: 20489,4 €

### **PRESUPUESTO TOTAL**

Presupuesto de ejecución de material: 116849,68 €

Presupuesto total de Gestión Residuos: 55.606,78 €

Presupuesto total del control de calidad: 5.155,59 €

Presupuesto Total de la Seguridad y Salud: 20.489,4 €

TOTAL: 198.101,45 €

21% IVA: 41.601,3045 €

TOTAL, CON IVA: 239.702,7545 €