



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Construcciones e Instalaciones Industriales

AUTOR/A: López Montero, Noelia

Tutor/a: Fuertes Miquel, Vicente Samuel

Cotutor/a: Lapuebla Ferri, Andrés

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a todas las personas que me han apoyado durante la realización de los estudios de máster. En primer lugar, a mis padres, quienes me han animado a seguir con mis estudios. Su constante apoyo y ánimo han sido fundamentales para mí, especialmente en aquellos momentos en los que combinar el trabajo con los estudios parecía una tarea imposible. Gracias a ellos, he conseguido seguir adelante con todo y no dejar ninguna de las dos cosas, aunque en algunos momentos llegué a plantearme hacerlo.

A mis hermanos, les agradezco por su comprensión y por ser una fuente de ánimo constante. Su apoyo y paciencia durante este proceso han sido indispensables y me han ayudado a mantenerme motivada.

También agradezco a mi novio, cuya paciencia y comprensión han sido valiosísimos.

Gracias a todos por estar siempre a mi lado, apoyándome en cada paso y soportando los momentos de estrés y cansancio. Habéis sido fundamentales para poder alcanzar este objetivo.

Además, quiero agradecer también a Marc, amigo desde la carrera, junto con quién decidí estudiar este mismo máster. Su apoyo y ayuda, tanto dentro como fuera de clase, han sido esenciales para sobrellevar todo esto. Gracias, Marc, por compartir este viaje conmigo.

Y por último, pero no menos importante, me agradezco a mí misma por haber encontrado el valor para seguir adelante y superar cada obstáculo en el camino.

## RESUMEN

Este trabajo de fin de máster aborda el diseño y la implementación de un sistema de protección contra incendios en un complejo industrial dedicado a la producción y almacenamiento de concentrados y aromas para la alimentación, con énfasis en la utilización de garrofín como materia prima.

El estudio se fundamenta en el análisis detallado de las normativas de seguridad, incluyendo el Código Técnico de la Edificación, en concreto el Documento Básico de Seguridad contra Incendios (CTE DB SI) y el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).

Se consideran las necesidades específicas de cada una de las 11 naves y 3 bloques de oficinas que componen el complejo, adoptando las medidas de protección al nivel de riesgo correspondiente a cada uno de los sectores de incendio.

Además, se incluye el diseño y cálculo estructural de una caseta de hormigón armado donde se ubicarán los equipos de bombeo, así como la losa para soportar el depósito de agua de abastecimiento de la instalación.

**Palabras Clave:** Instalación de protección contra incendios, Complejo industrial, Caseta de hormigón armado, Losa de hormigón armado.

## RESUM

Aquest treball de final de màster aborda el disseny i la implementació d'un sistema de protecció contra incendios en un complex industrial dedicat a la producció i emmagatzematge de concentrats i aromes per a l'alimentació, amb èmfasi en la utilització de garrofa com a matèria primera.

L'estudi es fonamenta en l'anàlisi detallat de les normatives de seguretat, incloent el Codi Tècnic de l'Edificació, en concret el Document Bàsic de Seguretat Contra Incendis (CTE DB SI) i el Reglament de Seguretat Contra Incendis en Establiments Industrials (RSCIEI).

Es consideren les necessitats específiques de cadascuna de les 11 naus i 3 blocs d'oficines que componen el complex, adoptant les mesures de protecció al nivell de risc corresponent a cadascun dels sectors d'incendi.

A més, s'inclou el disseny i càlcul estructural d'una caseta de formigó armat on s'ubicaran els equips de bombament, així com la losa per suportar el dipòsit d'aigua de subministrament de la instal·lació.

**Paraules Clau:** Instal·lació de protecció contra incendis, Complex industrial, Caseta de formigó armat, Losa de formigó armat.

## **ABSTRACT**

This master's thesis addresses the design and implementation of a fire protection system in an industrial complex dedicated to the production and storage of concentrates and flavors for food, with an emphasis on the use of carob as a raw material.

The study is based on a detailed analysis of safety regulations, including the Technical Building Code, specifically the Basic Document on Fire Safety (CTE DB SI) and the Fire Safety Regulations in Industrial Establishments (RSCIEI).

The specific needs of each of the 11 warehouses and 3 office blocks that make up the complex are considered, adopting protection measures at the risk level corresponding to each of the fire sectors.

In addition, the design and structural calculation of a reinforced concrete shed where the pumping equipment will be located is included, as well as the slab to support the water supply tank for the installation.

**Keywords:** Fire protection installation, Industrial complex, Reinforced concrete shed, Reinforced concrete slab.

## ÍNDICE

### DOCUMENTOS INCLUIDOS EN EL TFM

- Memoria
- Presupuesto
- Planos
- Pliego de Condiciones
- Anexo de Cálculos

### ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.	Objeto del proyecto .....	
2.	Resumen de características .....	
2.1.	Titular de la actividad .....	
2.2.	Tipo de establecimiento .....	
2.3.	Emplazamiento.....	
2.4.	Actividad principal .....	
3.	Descripción y necesidades del establecimiento .....	
3.1.	Normativa de aplicación .....	
3.1.1.	Edificaciones .....	
3.1.2.	Instalación contra incendios uso industrial .....	
4.	Diseño y cálculo de la instalación de protección contra incendios.....	
4.1.	Configuración y características del establecimiento industrial.....	
4.1.1.	Justificación de que el posible colapso de la estructura no afecte a naves colindantes .....	
4.1.2.	Sectores y áreas de incendio .....	
4.1.3.	Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	
4.2.	Requisitos constructivos del establecimiento industrial .....	
4.2.1.	Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II .....	
4.2.2.	Descripción y características de la estructura portante de los edificios.....	
4.2.3.	Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida, según Anexo II, punto 1. ....	
4.2.4.	Justificación de superficie sector de incendio admisible.....	

4.2.5.	Justificación estabilidad al fuego en elementos de la estructura portante .....
4.2.6.	Justificación de resistencia al fuego de elementos constructivos delimitadores de los sectores .....
4.3.	Justificación de la evacuación del establecimiento industrial .....
4.4.	Justificación de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.....
4.5.	Justificación del sistema de almacenaje .....
4.6.	Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que afectan a las instalaciones .....
4.7.	Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de la vegetación baja y arbustiva .....
4.8.	Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios.....
4.8.1.	Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendios.....
4.8.2.	Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio.....
4.8.3.	Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma .....
4.8.4.	Descripción y justificación del tipo y número de bocas de incendio equipadas .....
4.8.5.	Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores.....
4.8.6.	Descripción y justificación del sistema de rociadores automáticos de agua .....
4.8.7.	Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua .....
4.8.8.	Descripción y justificación de extintores de incendio.....
4.8.9.	Descripción y justificación de sistemas de alumbrado de emergencia.....
4.8.10.	Descripción y justificación de señalización.....
5.	Diseño y cálculo estructural.....
5.1.	Memoria constructiva.....
5.1.1.	Actuaciones previas .....
5.1.2.	Sustentación del depósito .....
5.1.3.	Sistema estructural .....
5.1.4.	Materiales empleados.....
6.	Justificación del CTE DB de aplicación.....
6.1.	Cumplimiento DB-SE. Seguridad Estructural.....
6.1.1.	Generalidades.....
6.1.2.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).
6.1.3.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Cimientos (DB-SE-C) .....
6.1.4.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero (DB-SE-A) .....

6.1.5.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Fábrica (DB-SE-F) .....
6.1.6.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Madera (DB-SE-M) .....
6.2.	Cumplimiento DB-SI. Seguridad en caso de Incendio.....
6.3.	Cumplimiento DB-SUA. Seguridad de uso y accesibilidad.....
6.4.	Cumplimiento DB-HS. Salubridad.....
6.5.	Cumplimiento DB-HR. Protección Frente al Ruido .....
6.6.	Cumplimiento DB-HE. Ahorro de Energía .....

### **ÍNDICE PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

1.	Presupuesto de Ejecución Material (PEM) .....
1.1.	Presupuesto y mediciones instalación de PCI .....
1.2.	Presupuesto y mediciones Obra .....
1.3.	Resumen PEM Total .....
2.	Gastos Generales .....
3.	Beneficio Industrial .....
4.	Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC).....
5.	Presupuesto Final.....

### **ÍNDICE DE PLANOS**

A.01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO I
A.02	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO II
D.01	DISTRIBUCIÓN PLANTA I
D.02	DISTRIBUCIÓN PLANTA II
E.01	REPLANTEO
E.02	COTAS ESTRUCTURA
E.03	CIMENTACIÓN LOSA
E.04	CIMENTACIÓN CASETA. DETALLES ZAPATAS

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

E.05	CIMENTACIÓN CASETA. DETALLES VIGAS ATADO
E.06	ESTRUCTURA. CUADRO PILARES
E.07	ESTRUCTURA. FORJADO CUBIERTA
E.08	ESTRUCTURA. PÓRTICOS PERIMETRALES CUBIERTA
E.09	ESTRUCTURA. PÓRTICO CENTRAL CUBIERTA
E.10	ESTRUCTURA. DETALLES CONSTRUCTIVOS
I.01	DISTRIBUCIÓN EQUIPOS
I.02.1	ANILLO ABASTECIMIENTO. RED DE HIDRANTES I
I.02.2	ANILLO ABASTECIMIENTO. RED DE HIDRANTES II
I.03	SECTORES DE INCENDIO
I.04	RESISTENCIA AL FUEGO ESTRUCTURA
I.05.1	EVACUACIÓN. RECORRIDOS EMERGENCIA I
I.05.2	EVACUACIÓN. RECORRIDOS EMERGENCIA II
I.06	DETECCIÓN MANUAL. PULSADORES
I.07.1	EXTINCIÓN. EXTINTORES Y RED DE BIES I
I.07.2	EXTINCIÓN. EXTINTORES Y RED DE BIES II
I.08.1	EXTINCIÓN. RED DE ROCIADORES CUBIERTA I
I.08.2	EXTINCIÓN. RED DE ROCIADORES CUBIERTA II
I.09.1	EXTINCIÓN. ROCIADORES INTERMEDIOS
I.09.2	EXTINCIÓN. ROCIADORES INTERMEDIOS. ALZADOS I
I.09.3	EXTINCIÓN. ROCIADORES INTERMEDIOS. ALZADOS II
I.10	ESQUEMA 3D. SISTEMA ROCIADORES

## ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1.	Ejecución y documentación .....	
1.1.	Ejecución de la obra.....	
1.2.	Principio de subsidiariedad .....	
1.3.	Aceptación del Pliego de Condiciones .....	
1.4.	Compatibilidad y orden de prioridades.....	
1.5.	Modificación del proyecto .....	
2.	Condiciones de ejecución .....	
2.1.	Obligaciones y derechos del contratista .....	
2.1.1.	Programa de trabajos e instalaciones auxiliares .....	
2.1.2.	Marcha de los trabajos y gastos a cargo del contratista.....	
2.2.	Inspección y control de obras .....	
2.2.1.	Libro de órdenes, asistencias e incidencias.....	
2.2.2.	Determinación y gestión de obra defectuosa .....	
2.2.3.	Inspección de las obras y obras no previstas .....	
2.3.	Personal y seguridad en la obra .....	
2.3.1.	Personal de la obra .....	
2.3.2.	Plazo para comenzar las obras .....	
2.3.3.	Medidas de seguridad y subcontratación .....	
2.4.	Certificación y abono de obras.....	
2.4.1.	Certificación y abono de las obras incompletas o defectuosas.....	
2.4.2.	Conservación durante la ejecución y plazo de garantía.....	
2.4.3.	Recepción y responsabilidad por vicios ocultos .....	
3.	Condiciones técnicas generales .....	
3.1.	Organización de la obra y accesos.....	
3.2.	Materiales y medios auxiliares.....	
3.2.1.	Comprobación de acometidas generales de obra .....	
3.2.2.	Comprobación de servidumbre y ensayos de control de materiales y calidad de ejecución .....	
4.	Condiciones de ejecución de las unidades de obra .....	
4.1.	Actuaciones previas y cimentación .....	
4.1.1.	Derribos.....	

4.1.2.	Movimientos de tierras .....	
4.1.3.	Zanjas y pozos .....	
4.1.4.	Losas de cimentación .....	
4.2.	Estructuras .....	
4.2.1.	Estructura de hormigón .....	
5.	Recepción y control de productos .....	
5.1.	Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.....	
5.1.1.	Documentación de suministros y ensayos .....	
5.2.	Relación de productos con Marcado CE .....	
6.	Gestión de residuos de construcción o demolición de la obra .....	
6.1.	Descripción.....	
6.2.	Criterios de medición y valoración de unidades .....	
6.3.	Características técnicas de cada unidad de obra .....	
6.3.1.	Condiciones previas .....	
6.3.2.	Proceso de ejecución .....	
6.3.3.	Prescripción en cuanto al almacenamiento de la obra.....	
6.3.4.	Prescripción en cuanto al control documental de la gestión .....	
7.	Condiciones instalación de protección contra incendios .....	
7.1.	Control de calidad.....	
7.1.1.	Materiales.....	
7.2.	Normas y ejecución de las instalaciones. Instaladores autorizados.....	
7.3.	Pruebas reglamentarias .....	
7.4.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	
7.5.	Documentación de prueba en marcha de las instalaciones .....	

## ÍNDICE DEL ANEXO DE CÁLCULOS

1.	Cálculos de la Instalación de Protección Contra Incendios .....	
1.1.	Cálculo del nivel de riesgo intrínseco .....	
1.1.1.	Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio.....	
1.2.	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión .....	

1.3.	Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	
1.4.	Sistemas de hidrantes exteriores .....	
1.5.	Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	
1.5.1.	SECTOR 1 (Nave 1 + Nave 6) .....	
1.5.2.	SECTOR 2 (Nave 2 + Nave 5) .....	
1.5.3.	SECTOR 3 (Nave 3 + Nave 4) .....	
1.5.4.	SECTOR 4 (Nave 7 + Nave 8 + Nave 9).....	
1.5.5.	SECTOR 7 (Nave 10) .....	
1.5.6.	Puestos de control .....	
1.6.	Sistema de abastecimiento de agua.....	
1.6.1.	Grupo de bombeo.....	
1.6.2.	Depósito de agua .....	
2.	Cálculos Estructurales .....	
2.1.	Modelo de cálculo .....	
2.2.	Normativa de aplicación utilizada en cálculos .....	
2.2.1.	Cálculo a Sismo .....	
2.3.	Losa de apoyo de depósito PCI.....	
2.3.1.	Acciones consideradas .....	
2.3.2.	Datos del terreno.....	
2.3.3.	Combinaciones de cargas.....	
2.3.4.	Materiales utilizados.....	
2.3.5.	Resultados de cálculos realizados.....	
2.4.	Caseta para equipos de bombeo.....	
2.4.1.	Acciones consideradas .....	
2.4.2.	Hipótesis y método de cálculo.....	
2.4.3.	Materiales utilizados.....	
2.4.4.	Resultados comprobaciones ELU.....	



# MEMORIA

“Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)”

NOELIA LÓPEZ MONTERO

## Índice de la Memoria

1.	Objeto del proyecto .....	4
2.	Resumen de características .....	4
2.1.	Titular de la actividad .....	4
2.2.	Tipo de establecimiento .....	5
2.3.	Emplazamiento.....	5
2.4.	Actividad principal .....	6
3.	Descripción y necesidades del establecimiento .....	6
3.1.	Normativa de aplicación .....	7
3.1.1.	Edificaciones .....	7
3.1.2.	Instalación contra incendios uso industrial .....	8
4.	Diseño y cálculo de la instalación de protección contra incendios.....	9
4.1.	Configuración y características del establecimiento industrial.....	9
4.1.1.	Justificación de que el posible colapso de la estructura no afecte a naves colindantes .....	10
4.1.2.	Sectores y áreas de incendio .....	10
4.1.3.	Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	10
4.2.	Requisitos constructivos del establecimiento industrial .....	11
4.2.1.	Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II .....	11
4.2.2.	Descripción y características de la estructura portante de los edificios.....	12
4.2.3.	Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida, según Anexo II, punto 1. 13	
4.2.4.	Justificación de superficie sector de incendio admisible .....	13
4.2.5.	Justificación estabilidad al fuego en elementos de la estructura portante .....	14
4.2.6.	Justificación de resistencia al fuego de elementos constructivos delimitadores de los sectores .....	16
4.3.	Justificación de la evacuación del establecimiento industrial .....	16
4.4.	Justificación de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.....	18
4.5.	Justificación del sistema de almacenaje .....	19

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

4.6.	Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que afectan a las instalaciones .....	21
4.7.	Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de la vegetación baja y arbustiva .....	22
4.8.	Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios .....	23
4.8.1.	Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendios..	23
4.8.2.	Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio .....	24
4.8.3.	Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma .....	25
4.8.4.	Descripción y justificación del tipo y número de bocas de incendio equipadas .	26
4.8.5.	Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores.....	28
4.8.6.	Descripción y justificación del sistema de rociadores automáticos de agua .....	29
4.8.7.	Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua .....	31
4.8.8.	Descripción y justificación de extintores de incendio.....	31
4.8.9.	Descripción y justificación de sistemas de alumbrado de emergencia.....	32
4.8.10.	Descripción y justificación de señalización.....	33
5.	Diseño y cálculo estructural.....	33
5.1.	Memoria constructiva.....	33
5.1.1.	Actuaciones previas .....	33
5.1.2.	Sustentación del depósito .....	34
5.1.3.	Sistema estructural .....	34
5.1.4.	Materiales empleados.....	34
6.	Justificación del CTE DB de aplicación.....	35
6.1.	Cumplimiento DB-SE. Seguridad Estructural.....	35
6.1.1.	Generalidades.....	35
6.1.2.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación (DB-SE-AE)	36
6.1.3.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Cimientos (DB-SE-C) .....	39
6.1.4.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero (DB-SE-A) .....	40
6.1.5.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Fábrica (DB-SE-F).....	40
6.1.6.	Documento Básico. Seguridad Estructural. Madera (DB-SE-M) .....	41
6.2.	Cumplimiento DB-SI. Seguridad en caso de Incendio.....	41

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

6.3.	Cumplimiento DB-SUA. Seguridad de uso y accesibilidad .....	42
6.4.	Cumplimiento DB-HS. Salubridad.....	44
6.5.	Cumplimiento DB-HR. Protección Frente al Ruido .....	45
6.6.	Cumplimiento DB-HE. Ahorro de Energía .....	46

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

## 1. Objeto del proyecto

El objeto del proyecto radica en el diseño de la instalación de protección contra incendios y de la ejecución de una losa de cimentación exterior y una caseta para albergar los equipos de PCI así como la creación de los zanjeados que permitan la instalación enterrada de tuberías vinculadas al anillo de abastecimiento de esta instalación.

Se parte con el cálculo de la instalación a partir de los datos iniciales del establecimiento, como superficies, cantidades almacenadas, zonas de producción y almacenamiento, materiales constructivos... Con los resultados se obtienen unas necesidades de equipos que condicionarán las dimensiones tanto de la losa como de la caseta para ubicarlos.

Se encuentra por una parte los equipos de bombeo que funcionan para dar servicio de agua en condiciones de presión y caudal necesario y suficiente que permitan trabajar a los distintos sistemas, como hidrantes, rociadores y bocas de incendio equipadas, en condiciones previstas en aplicación de las UNE 23500 y 12845.

La caseta se diseñará como una estructura de hormigón armado de dimensiones 8 x 9 metros cerrada con fábrica de bloque de hormigón con un forjado en la cubierta sobre el que se realizará en el momento de la ejecución una leve inclinación por tal de favorecer la evacuación de agua en caso de lluvia. Además de una losa, también de hormigón armado, ubicada junto a la caseta de dimensiones 10 x 10 metros. Para el cálculo y diseño se aplicará el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tanto la caseta como la losa quedarán ubicadas, según planos, en la esquina suroeste de la parcela, de manera que se necesita un trazado de red de tuberías, en este caso enterradas, las cuales abastecerán a la instalación de protección contra incendios del establecimiento industrial. Todas las actuaciones quedarán reflejadas en planos y memorias.

El proyecto se realiza con una finalidad académica, buscando aportar un estudio detallado sobre las necesidades reales del establecimiento anteriormente citado.

## 2. Resumen de características

### 2.1. Titular de la actividad

La titularidad de la actividad a desarrollar en el establecimiento objeto del presente proyecto es:

- **Titular:** IFF Nutrition and Bioscience Ibérica S.L
- **CIF:** B-28036358
- **Domicilio:** Avenida d'Espioca, Nº 22
- **Localidad:** Silla, Valencia

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

## 2.2. Tipo de establecimiento

El establecimiento es una planta industrial que se correspondería al sector agroalimentario, especializado en la producción y almacenamiento de aditivos alimentarios.

La industria cuenta con áreas de producción con maquinaria especializada, almacenes tanto para materia prima como para producto terminado, salas de control de calidad y oficinas.

## 2.3. Emplazamiento

La actividad se emplaza en la Avenida d'Espioca, N<sup>o</sup>22, 46460 – Silla (Valencia).

La industria ocupará varias parcelas en su totalidad según el catastro, sus referencias catastrales serán: 2513201YJ2621S0001IS, 2513202YJ2621S0001JS y 2513208YJ2621S0001WS.

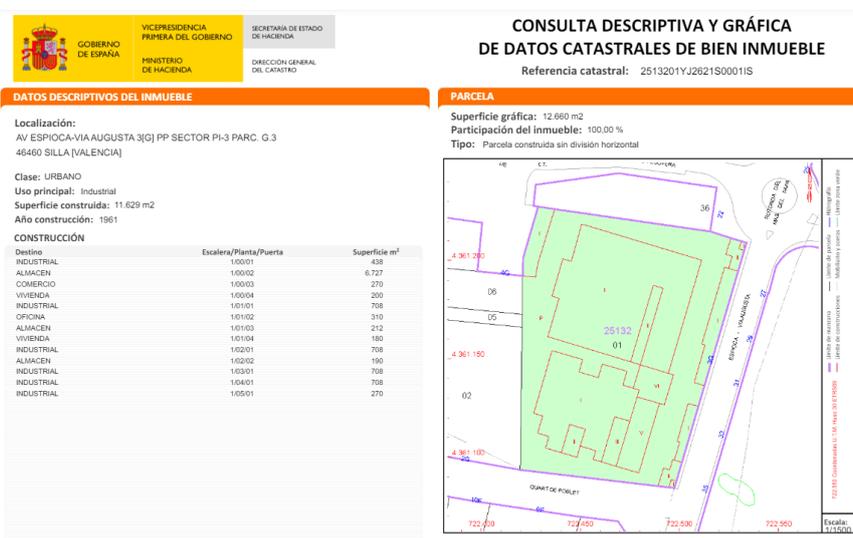


Figura 1. Extracto del Catastro. Ubicación parcela 1



Figura 2. Extracto del catastro. Ubicación parcela 2

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)



Figura 3. Extracto catastro. Ubicación parcela 3

## 2.4. Actividad principal

La actividad principal del establecimiento objeto del presente proyecto es la fabricación y el almacenaje de aditivos alimentarios.

## 3. Descripción y necesidades del establecimiento

El establecimiento objeto de la presente memoria, ocupa una parcela de aproximadamente 20.000 m<sup>2</sup> y se compone de un conjunto de 11 naves y 3 edificios adicionales. Como ya se ha citado anteriormente, la actividad principal es la de fabricación y almacenaje de aditivos alimentarios, utilizando como materia prima el garrofín.

Dentro de las naves, se encuentran tanto las zonas de producción donde se prepara químicamente este producto final, y, zonas de almacenaje separadas para, por un lado, la materia prima, y por otro el producto terminado.

Los 3 edificios que rodean el bloque central de naves es donde encontramos las oficinas, vestuarios, laboratorios y cuartos técnicos.

El establecimiento inicialmente a nivel de protección contra incendios, únicamente cuenta con una red de bocas de incendio, además, insuficiente, ya que no están en todas las zonas necesarias. Esto crea una necesidad por parte de la propiedad y del seguro de un estudio y cálculo de una instalación de protección contra incendios la cual proteja correctamente cada una de las zonas al completo.

Por tanto, el presente proyecto, se basa en el estudio y cálculo detallado de la nueva instalación, incluyendo así, una caseta en la que se ubicarán esos grupos de bombeo necesarios y una losa para ubicar el depósito de agua necesario para abastecer dicha instalación. Este estudio es esencial para mejorar significativamente la seguridad del establecimiento, asegurando de este

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

modo un entorno de trabajo mucho más protegido y cumpliendo siempre con la normativa vigente.

### **3.1. Normativa de aplicación**

#### **3.1.1. Edificaciones**

**Ley 7/2022**, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

**Real Decreto 470/2021**, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

**Real Decreto 256/2016**, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

**Real Decreto Legislativo 7/2015**, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo y Rehabilitación Urbana.

**Real Decreto 1492/2011**, de 24 de octubre, por el que se aprueba el reglamento de valoraciones de la Ley de suelo.

**Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

**Real Decreto 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

**Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.

**Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.

**Real Decreto 286/2006**, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajos contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

**Real Decreto 997/2002**, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

**Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establece disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

**Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las 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, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

**Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

**Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

**Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos Laborales.

### **3.1.2. Instalación contra incendios uso industrial**

**Real Decreto 809/2021**, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

**Real Decreto 513/2017**, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

**Real Decreto 842/2013**, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.

**Real Decreto 1109/2007**, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la **Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

**Ley 32/2006**, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

**Real Decreto 2267/2004**, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

**Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

**Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

**Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las 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, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

**Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

**Real Decreto 485/1997**, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

**Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

#### 4. Diseño y cálculo de la instalación de protección contra incendios

##### 4.1. Configuración y características del establecimiento industrial

La configuración del establecimiento según el apartado 2.1 del Anexo I del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI en adelante), indica lo siguiente:

“**Tipo A:** El establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.

**Tipo B:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro y otros edificios.

**Tipo C:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.”

El establecimiento industrial ocupa totalmente los edificios de las parcelas correspondientes y todos ellos se encuentran a más de 3 m de distancia de edificios ajenos, por lo tanto, se clasificará como **TIPO C**.



Figura 4. Extracto Google Maps. Parcela

Para el tipo C, en este caso, se considera “sector de incendio” el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Los sectores de incendio tienen una limitación de superficie en función de la caracterización del Establecimiento y el nivel de riesgo intrínseco del sector según el punto 2 del Anexo II del RSCIEI

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

(R.D. 2267/2004). En caso del establecimiento industrial del presente proyecto, las configuraciones de incendio proyectadas no superan dichas limitaciones.

#### 4.1.1. Justificación de que el posible colapso de la estructura no afecte a naves colindantes

Puesto que se trata de un establecimiento industrial Tipo C, es decir, el establecimiento industrial se encuentra a una distancia de más de 3 metros de otros establecimientos industriales, por lo que, el posible colapso de la estructura no afectaría a naves colindantes.

#### 4.1.2. Sectores y áreas de incendio

El establecimiento industrial se divide en 9 sectores diferentes de incendio, cada uno de ellos con su superficie y riesgo correspondiente:

*Tabla 1. Sectores de incendio del establecimiento*

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONFIGURACIÓN
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C

#### 4.1.3. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

##### 4.1.3.1. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos indicados en la norma correspondiente, en este caso, en el RSCIEI.

Cabe destacar que, como se indica en el Artículo 3 del RSCIEI: “Si el área de oficinas tiene una superficie mayor que 250 m<sup>2</sup>, deberá seguir las exigencias del CTE DB-SI, mientras que el resto del establecimiento, de uso industrial, seguirá las prescripciones de este reglamento.”

Por lo que, los sectores 6.2 y 6.3 irán regulados por el CTE DB-SI, y el resto por el RSCIEI.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

A continuación se muestra una tabla con los resultados obtenidos tras realizar los cálculos por tal de a lo largo de la memoria poder ir hablando de esos riesgos correspondientes a cada uno de los sectores.

**Tabla 2. Nivel de riesgo de los sectores del establecimiento**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	CARGA DE FUEGO (Qs)	NIVEL RIESGO
1	Nave 1 y 6 (ALM)	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	14.232,07 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 8
2	Nave 2 y 5 (ALM)	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	5.058,16 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 6
3	Nave 3 y 4 (ALM)	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	12.409,64 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 7
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	7.493,24 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 7
5	Planta Molienda (PROD)	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	3.495,55 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 6
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	681,52 MJ/m <sup>2</sup>	BAJO 2
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	520,00 MJ/m <sup>2</sup>	BAJO 2
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	520,00 MJ/m <sup>2</sup>	BAJO 2
7	Nave 10 (ALM)	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	1.513,03 MJ/m <sup>2</sup>	MEDIO 5

El procedimiento junto con los cálculos necesarios por los cuales se han obtenido los valores mostrados en la tabla anterior, se especificarán en el **Anexo de Cálculos** del proyecto.

## 4.2. Requisitos constructivos del establecimiento industrial

### 4.2.1. Fachadas accesibles. Justificación según Anexo II

Como queda descrito en el Anexo II del RSCIEI, las fachadas accesibles constan de lo siguiente:

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

Las autoridades locales podrán regular las condiciones que estimen precisas para cumplir lo anterior; en ausencia de regulación normativa por las autoridades locales, se pueden adoptar las recomendaciones que se indican a continuación.

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

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

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

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

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

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

Tras la comprobación de todos estos requisitos sobre el establecimiento industrial objeto del presente proyecto, cabe decir que las fachadas serán totalmente accesibles.

#### **4.2.2. Descripción y características de la estructura portante de los edificios**

Como queda descrito en el Anexo II del RSCIEI las estructuras portantes constan de lo siguiente:

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

La descripción y características de la estructura principal de la cubierta y sus soportes quedan reflejadas en lo descrito por el Anexo II del RSCIEI que expresa lo siguiente:

“Se entenderá por estructura principal de cubierta y sus soportes la constituida por la estructura de cubierta propiamente dicha (dintel, cercha) y los soportes que tengan como función única sustentarla, incluidos aquellos que, en su caso, soporten además una grúa.

A estos efectos, los elementos estructurales secundarios, por ejemplo, correas de cubierta, no serán considerados parte constituyente de la estructura principal de cubierta”.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Aunque el establecimiento industrial es existente, se debe revisar que la estructura portante del establecimiento industrial cumpla con las descripciones que se acaban de nombrar en el presente punto.

El establecimiento cumple con lo indicado.

Según la documentación inicial del establecimiento, la estructura principal es de hormigón prefabricado. Excepto la nave 9, cuya estructura principal es metálica, la cual se protegerá para conseguir la resistencia al fuego adecuada.

#### **4.2.3. Justificación de la ubicación del establecimiento como permitida, según Anexo II, punto 1.**

El punto 1 del Anexo II expresa, que son consideradas como ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con las actividades industriales que expresa lo siguiente:

“No se permite la ubicación de sectores de incendio con las actividades industriales incluidas en el artículo 2:

- a) De riesgo intrínseco alto, en configuración de tipo A, según el Anexo I.
- b) De riesgo intrínseco medio, en planta bajo rasante, en configuraciones de tipo A, según el Anexo I.
- c) De riesgo intrínseco medio, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a 5 m.
- d) De riesgo intrínseco medio o bajo, en planta sobre rasante cuya altura de evacuación sea superior a 15 m, en configuraciones de tipo A, según el Anexo I.
- e) De riesgo intrínseco alto, cuando la altura de evacuación del sector en sentido descendente sea superior a 15 m, en configuración de tipo B, según el Anexo I.
- f) De riesgo intrínseco medio o alto, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a 5 m.
- g) De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C, según el Anexo I.
- h) De riesgo intrínseco alto A-8, en configuraciones de tipo B, según el Anexo I.
- i) De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva”.

Se permite la ubicación del establecimiento industrial ya que cumple con los requisitos descritos anteriormente.

#### **4.2.4. Justificación de superficie sector de incendio admisible**

La superficie construida de cada sector de incendio es admisible según el punto 2.1 del Anexo II del RSCIEI justificando lo siguiente:

“La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será la que se indica en la tabla 2.1.”

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 3. RSCIEI: "Tabla 2.1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio"**

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

**Tabla 4. Superficies máximas de los sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	MAXIMA SUPERFICIE PERMITIDA	
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	3.000 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	2.500 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	3.000 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	6.000 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	6.000 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	6.000 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	3.500 m <sup>2</sup>	<b>CUMPLE</b>

Como se puede observar, todos los sectores cumplen la superficie máxima permitida por el RSCIEI.

#### 4.2.5. Justificación estabilidad al fuego en elementos de la estructura portante

La justificación de la estabilidad al fuego de los elementos de la estructura portante de los edificios queda resuelta en el apartado 4 del Anexo II del RSCI que concluye:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

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

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

- Mediante la adopción de los valores que se establecen en este Anexo II, apartado 4.1 o más favorable.
  - Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez”.
- 1) La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la tabla 2.2.

**Tabla 5. RSCIEI: "Tabla 2.2. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes"**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

*Tabla 6. Estabilidad al fuego de los sectores*

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	ESTABILIDAD AL FUEGO
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	R 90
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	R 90
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	R 90
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	R 90
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	R 90
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	R 30
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	R 30
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	R 30
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	R 60

En la tabla anterior se muestra la resistencia al fuego que ha de tener cada uno de los sectores en su estructura portante, cada uno está construido mediante estructura de hormigón lo cual garantiza la resistencia necesaria. Exceptuando la nave 9 que tiene una estructura metálica, la cual se protegerá con pintura R 90.

#### **4.2.6. Justificación de resistencia al fuego de elementos constructivos delimitadores de los sectores**

La justificación de la resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de los sectores de incendio queda descrita en el apartado 5.1 del Anexo II del RSCIEI que expresa lo siguiente:

“La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la Tabla 2.2, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio”.

Como se comprueba con la información inicial del establecimiento, todas las particiones entre naves se han ejecutado mediante paneles de hormigón prefabricado, por lo que garantizamos así la RF necesaria. Esto quedará representado en los planos.

#### **4.3. Justificación de la evacuación del establecimiento industrial**

Según se indica en el apartado 6 del RSCIEI:

“Los establecimientos industriales clasificados, de acuerdo con el anexo I de este reglamento, como de riesgo intrínseco alto deberán disponer de dos salidas alternativas.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Los de riesgo medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas.

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:

**Tabla 7. RSCIEI: "Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas"**

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

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

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

(\*\*\*) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas."

En nuestro caso, en todos y cada uno de los sectores nos encontramos con 2 o más salidas alternativas, por lo que para justificar longitudes de recorridos. Tras el estudio de los recorridos se obtiene:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 8. Longitud recorridos en sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	LONGITUD MÁXIMA	
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	25 m	<b>CUMPLE</b>
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	25 m	<b>CUMPLE</b>
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	25 m	<b>CUMPLE</b>
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	25 m	<b>CUMPLE</b>
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	25 m	<b>CUMPLE</b>
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	50 m	<b>CUMPLE</b>
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	50 m	<b>CUMPLE</b>
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	50 m	<b>CUMPLE</b>
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	25 m	<b>CUMPLE</b>

Como se observa, en todos los sectores los recorridos cumplen con sus longitudes máximas, estos recorridos quedarán representados en los planos.

#### **4.4. Justificación de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión**

Para la justificación y cálculo de la ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios se encuentra el apartado 7 del Anexo II del RSCIEI que expresa lo siguiente:

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

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

- a) Los sectores con actividades de producción:
  - 1º De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 2000 \text{ m}^2$ .
  - 2º De riesgo intrínseco alto y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ .
  
- b) Los sectores con actividades de almacenamiento:
  - 1º De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ .
  - 2º De riesgo intrínseco alto y superficie construida  $\geq 800 \text{ m}^2$ .

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 9. Necesidad de sistema de ventilación por sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	VENTILACIÓN
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	SI
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	SI
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	SI
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	SI
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	NO
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	NO
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	NO
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	NO
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	SI

Como se observa en la tabla anterior, será necesario un sistema de ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7.

Los cálculos y resultados quedarán representados en el **Anexo de Cálculos** del proyecto.

#### 4.5. Justificación del sistema de almacenaje

Según se indica en el apartado 8 del anexo II del RSCIEI:

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

8.1 Sistema de almacenaje en estanterías metálicas. Requisitos:

1) Los materiales bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).

2) Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

3) Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 µ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).

4) Para la estructura principal de sistemas de almacenaje con estanterías metálicas sobre rasante o bajo rasante sin sótano se podrán adoptar los valores siguientes:

**Tabla 10. RSCIEI: Requisitos para resistencia al fuego de las estanterías**

Nivel de riesgo intrínseco	Sistema de almacenaje autoportante operado manual ó automáticamente					
	Tipo A		Tipo B		Tipo C	
	Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua		Rociadores automáticos de agua	
	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Riesgo bajo	R15(EF-15)	No se exige	No se exige	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo medio	R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige	No se exige	No se exige
Riesgo alto			R30(EF-30)	R15(EF-15)	R15(EF-15)	No se exige

5) La evacuación en los establecimientos industriales con sistemas de almacenaje independientes o autoportantes operados manualmente será la misma que la especificada en el apartado 6 y subapartados siguientes de este anexo.

6) La evacuación en los establecimientos industriales con sistemas de almacenaje independientes o autoportantes operados automáticamente será la misma que la especificada en el apartado 6 y subapartados siguientes de este anexo y aplicable solamente en las zonas destinadas a mantenimiento que es la única zona donde puede existir presencia de personas.”

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 11. Resistencia al fuego de las estanterías por sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	ROCIADORES	RF ESTANTERÍA
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	SI	--
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	SI	--
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	SI	--
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	SI	--
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	NO	R 15
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	NO	--
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	NO	--
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	NO	--
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	SI	--

Con todos estos requisitos para cada uno de los sectores y tras lo estudiado de la documentación inicial sobre las estanterías del establecimiento.

Se observa que en el único sector donde haría falta mantener una RF en las estanterías sería en el 5, pero ese sector está dedicado a producción, es decir, no posee estanterías.

Por lo que las existentes en el establecimiento cumplen con los requisitos según la normativa.

#### **4.6. Justificación del cumplimiento de los reglamentos vigentes específicos que afectan a las instalaciones**

Para verificar que las instalaciones técnicas de servicios del establecimiento cumplen con los reglamentos vigentes específicos que les afectan, se hace mención al punto 9 del Anexo II del RSCIEI en la cual describe:

“Las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (incluyendo almacenamiento y distribución del combustible, aparatos o equipos de consumo y acondicionamiento térmico), las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación,

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

En los establecimientos industriales existentes, estas instalaciones pueden continuar según la normativa aplicable en el momento de su implantación, mientras queden amparadas por ella.

En el caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante su incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre”.

Tras la revisión de la documentación inicial del establecimiento, se confirma que cada una de las instalaciones existentes hoy en día cumple con la normativa vigente.

#### **4.7. Justificación del dimensionamiento de la franja perimetral libre de la vegetación baja y arbustiva**

Para la justificación del presente apartado, se hace mención al artículo 10 del Anexo II del RSCIEI que describe:

“La ubicación de industrias en terrenos colindantes con el bosque origina riesgo de incendio en una doble dirección: peligro para la industria, puesto que un fuego forestal la puede afectar, y peligro de que un fuego en una industria pueda originar un fuego forestal.

La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones de aproximación a los edificios (ve apartado A.2.).

Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco, de forma circular, de 12.5 m de radio.

Los establecimientos industriales de riesgo de medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.

En lugares de fuerte viento y de masa forestal próxima se ha de aumentar la distancia establecida en un 100 %, al menos en las direcciones de los vientos predominante”.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)



Figura 5. Google Maps, Parcela establecimiento

Como se observa, este punto no aplicaría ya que el establecimiento cumple con los requisitos indicados en la normativa.

#### 4.8. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios

##### 4.8.1. Descripción y justificación del sistema automático de detección de incendios

Como queda especificado en el punto 3 del Anexo III del RSCIEI, se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:
  1. Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es 300m<sup>2</sup> o superior.
  2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
  3. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
  4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3000 m<sup>2</sup> o superior.
  5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

b) Actividades de almacenamiento sí:

1. Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m<sup>2</sup> o superior.
2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
3. Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m<sup>2</sup> o superior.
5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.

**Tabla 12. Necesidad sistema detección automática por sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	DETECCIÓN AUTOMÁTICA
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI

Como se observa, será necesaria la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7.

En este caso no se realizara ningún cálculo ya que no entra en el alcance del proyecto.

#### 4.8.2. Descripción y justificación del sistema manual de alarma de incendio

Como se indica en el punto 4.1 del Anexo II del RSCIEI citado textualmente a continuación:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

“Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distancias al almacenamiento, si su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior, o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.
- Actividades de almacenamiento, si su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior, o no se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m”.

*Tabla 13. Necesidad sistema manual de alarma por sectores*

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	PULSADORES
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI

Como se observa, será necesaria la instalación de sistemas de detección manuales de incendio, es decir, de pulsadores, en todos los sectores del establecimiento.

Esta distribución queda representada en los planos adjuntos.

#### **4.8.3. Descripción y justificación del sistema de comunicación de alarma**

Como se indica en el punto 5.1 y 5.2 del Anexo II del RSCIEI citado textualmente a continuación:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

“5.1 Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m<sup>2</sup> o superior.

5.2 La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por “emergencia parcial” o por “emergencia general”, y será preferente el uso de un sistema de megafonía”.

Puesto que la superficie total de todos los sectores del establecimiento suma 10.397,40 m<sup>2</sup> y es mayor que 10.000 m<sup>2</sup>, sí será necesaria la instalación de un sistema de comunicación de alarma.

Esto, puesto que tampoco es alcance del proyecto, no quedará reflejado ni en cálculos ni en planos.

#### **4.8.4. Descripción y justificación del tipo y número de bocas de incendio equipadas**

Según el punto 9 del Anexo III del RSCIEI será necesaria la instalación de Bocas de Incendio Equipadas (BIE) en los siguientes casos:

- a) Están ubicadas en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
- b) Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m<sup>2</sup> o superior.
- d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
- e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.
- f) Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5000 m<sup>2</sup> o superior.

Tipo BIE y necesidades de agua.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 15. RSCIEI: Condiciones instalación de BIEs**

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

\*Se admitirá BIE 25 mm como toma adicional del 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

El caudal unitario será el correspondiente a aplicar la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor “K” del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45 mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bar, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión”.

**Tabla 16. Necesidad sistema de BIEs por sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	BIEs
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Como se observa, será necesaria la instalación de BIEs en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7.

Además, aunque no sea necesario, se tendrá en cuenta la instalación de BIEs en todos y cada uno de los sectores, para así estar completamente del lado de la seguridad.

En todos ellos se instalarán BIEs de 25 mm con toma auxiliar de 45 mm, para que cualquiera pueda darles uso tal y como se indica en el punto 9.2 del Anexo III del RSCIEI, “las BIE de 45 mm sólo deberán ser utilizadas por personal debidamente formado”.

Los cálculos quedarán reflejados en el **Anexo de Cálculos** y su distribución en los planos adjuntos.

**4.8.5. Descripción y justificación del sistema de hidrantes exteriores**

Para la justificación del presente apartado, se hace mención del punto 7 del Anexo III del RSCIEI que describe:

“Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

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

**Tabla 17. RSCIEI: "Tabla 3.1. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco"**

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

Nota: cuando se requiera un sistema de hidrantes, la instalación debe proteger todas las zonas de incendio que constituyen el establecimiento industrial.

\* No es necesario cuando el riesgo es bajo 1 (tabla 1.3).

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 18. Necesidad sistema de hidrantes por sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	HIDRANTES
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO

Como se observa, será necesaria la instalación de hidrantes exteriores en los sectores 6.2 y 6.3, es decir, es una necesidad del CTE DB-SI. En este caso, el CTE permite utilizar los hidrantes próximos ubicados sobre la vía pública.

A pesar de ello, para estar del lado de la seguridad, se decide que se calculará un anillo de hidrantes que abastezca a todo el establecimiento industrial.

Los cálculos quedarán reflejados en el **Anexo de Cálculos** y su distribución en los planos adjuntos.

#### **4.8.6. Descripción y justificación del sistema de rociadores automáticos de agua**

Siguiendo el punto 11 del Anexo III del RSCIEI, indica lo siguiente:

“Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a) Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:
  1. Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m<sup>2</sup> o superior.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m<sup>2</sup> o superior.
3. Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.
4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m<sup>2</sup> o superior.
5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.

b) Actividades de almacenamiento si:

1. Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m<sup>2</sup> o superior.
2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m<sup>2</sup> o superior.
3. Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.
4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m<sup>2</sup> o superior.
5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m<sup>2</sup> o superior.”

**Tabla 19. Necesidad sistema de rociadores por sectores**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	NIVEL RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	ROCIADORES
1	Nave 1 y 6 (ALM)	ALTO 8	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
2	Nave 2 y 5 (ALM)	ALTO 6	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
3	Nave 3 y 4 (ALM)	ALTO 7	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	ALTO 7	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI
5	Planta Molienda (PROD)	ALTO 6	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	BAJO 2	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	BAJO 2	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	BAJO 2	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	NO
7	Nave 10 (ALM)	MEDIO 5	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	SI

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Como se observa, será necesaria la instalación de sistemas de rociadores automáticos en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7.

Los cálculos quedarán reflejados en el **Anexo de Cálculos** y su distribución en los planos adjuntos.

#### **4.8.7. Descripción y justificación del sistema de abastecimiento de agua**

Como indica el punto 6 del Anexo del RSCIEI:

“Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios (“red de agua contra incendios”), si:

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

Ya que como se justifica anteriormente en el establecimiento hará falta instalación de sistemas de BIEs, hidrantes y rociadores, sí será necesaria la instalación de un sistema de abastecimiento de agua.

Los cálculos quedarán reflejados en el **Anexo de Cálculos** y su distribución en los planos adjuntos.

#### **4.8.8. Descripción y justificación de extintores de incendio**

Como bien dice el punto 8 del Anexo III del RSCIEI:

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

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 20. RSCIEI: "Tabla 3.1. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A"**

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

**Tabla 21. RSCIEI: "Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase B"**

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

“8.3 No se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24V. La protección de estos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de 5 kg de CO<sub>2</sub> y 6 kg de polvo seco BC o ABC.”

Como se observa, se colocarán extintores en todos los sectores del establecimiento según su riesgo correspondiente, además se ha tenido en cuenta la colocación de extintores de CO<sub>2</sub> en las zonas con cuadros y aparatos eléctricos.

Su distribución quedará representada en los planos adjuntos.

#### 4.8.9. Descripción y justificación de sistemas de alumbrado de emergencia

Según el punto 16 del Anexo III del RSCIEI:

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

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

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

16.2 contarán con instalación de alumbrado de emergencia:

- a) Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el Anexo II.8 de este reglamento) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.
- b) Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.”

El establecimiento, como se observa, sí necesitará la instalación de sistema de alumbrado de emergencia en todos y cada uno de los sectores.

#### **4.8.10. Descripción y justificación de señalización**

Como indica el punto 17 del Anexo III del RSCIEI: “Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.”

Como se observa, según normativa, todos los elementos de protección contra incendios tanto las salidas como las vías de evacuación, irán acompañados de su señalización correspondiente. En todos y cada uno de los sectores.

## **5. Diseño y cálculo estructural**

### **5.1. Memoria constructiva**

#### **5.1.1. Actuaciones previas**

Se generará un vallado para el acopio de material igual que para las zonas donde se estén llevado a cabo las actuaciones de ejecución.

Con estas actuaciones previas realizadas, se procederá al comienzo de ejecución acondicionando la zona donde se van a hacer las obras, cortando y excavando sobre la solera existente del establecimiento para poder generar las nuevas cimentaciones.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

### **5.1.2. Sustentación del depósito**

El proyecto afecta al suelo dado que se realiza una losa de cimentación de 10x10 m sobre la que descansará el depósito de abastecimiento de agua para la instalación de protección contra incendios.

Se toma como tensión admisible del terreno la obtenida en el estudio geotécnico del establecimiento obtenido como documentación inicial, con valor de 0,2 MPa y considerando la cota de apoyo en -40 cm sobre la cota actual del suelo terminado.

Este apoyo se resuelve mediante una losa de cimentación perimetrada por una viga de 40x40 cm con la misma función.

La losa se realizará con una capa de 10 cm de hormigón de limpieza. Y, el hormigón utilizado tanto en la viga perimetral como en la losa será HA-25/F/20/XC2, armado con barras corrugadas B500SD.

Toda esta descripción se muestra en los planos adjuntos.

### **5.1.3. Sistema estructural**

El proyecto define una nueva estructura la cual será una caseta para ubicar los equipos necesarios para la instalación de protección contra incendios.

Este sistema estructural se resolverá mediante una estructura de hormigón armado de dimensiones 8x9 m, los cerramientos de la cual serán de fábrica de bloque de hormigón 40x20x20 cm. Todo esto quedará representado en los planos adjuntos.

#### **5.1.3.1. Sistema de cubierta**

La cubierta se resuelve mediante un forjado de viguetas pretensadas sobre las cuales a partir de hormigón en masa se ejecutará una pequeña pendiente por tal de poder evacuar el agua en caso de lluvia.

#### **5.1.3.2. Sistema de acabados**

Como ya se ha comentado anteriormente, los paramentos verticales del cerramiento se realizarán mediante fábrica de bloque de hormigón 40x20x20 y se lucirá con mortero de cemento por ambas caras para un buen acabado.

Se ejecutará una puerta para la entrada igual que algunas rejillas para ventilación las cuales se rematarán las juntas entre estos elementos y los cerramientos para conseguir, igualmente, un buen acabado.

### **5.1.4. Materiales empleados**

Los materiales empleados para la ejecución de la estructura de la caseta y la losa, han sido seleccionados teniendo en cuenta su durabilidad, resistencia y adecuación a las exigencias de

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

las normativas vigentes de aplicación. Estos materiales empleados incluyen el hormigón armado, bloques de hormigón, viguetas pretensadas y acero estructural.

#### **5.1.4.1. Hormigón armado**

El hormigón armado es el principal material utilizado, tanto en la losa como en la estructura portante de la caseta, es decir, pilares y vigas, además de su cimentación. Este material destaca por su capacidad para soportar altas cargas estructurales, la resistencia a factores ambientales (viento, nieve, sismo) y su durabilidad. Tanto la losa donde se ubicará el depósito como la estructura de la caseta, se refuerza con acero B500SD por tal de garantizar la capacidad para resistir los esfuerzos, asegurando la estabilidad de la estructura.

#### **5.1.4.2. Viguetas pretensadas**

La cubierta de la caseta se resuelve mediante un forjado de viguetas pretensadas, este tipo de elemento posee una serie de características como la facilidad de manipulación, la alta resistencia, el bajo peso propio, la gran durabilidad, además, el pretensado se realiza con acero B500SD de alta resistencia, lo que garantiza que el forjado posea una elevada capacidad portante y una reducción de las deformaciones.

#### **5.1.4.3. Bloques de hormigón**

Los cerramientos se realizan mediante bloques de hormigón, esto se ha seleccionado por su facilidad de colocación y su capacidad para proporcionar un adecuado aislamiento con el resto del establecimiento. Estos bloques de hormigón garantizan la estabilidad y rigidez de las paredes.

#### **5.1.4.4. Acero estructural**

El acero empleado en las armaduras tanto de la estructura portante como de las cimentaciones y viguetas pretensadas es de tipo B500SD, un acero con gran ductilidad que proporciona una capacidad para absorber las deformaciones sin comprometer la resistencia estructural. Estas armaduras se disponen de acuerdo con las exigencias de las normativas vigentes.

### **6. Justificación del CTE DB de aplicación**

#### **6.1. Cumplimiento DB-SE. Seguridad Estructural**

##### **6.1.1. Generalidades**

###### **6.1.1.1. Ámbito de aplicación y consideraciones previas**

Según el punto 1 del Código Técnico Estructural Documento Básico sobre Seguridad Estructural (CTE DB-SE):

“1 Este DB establece los principios y los requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como la aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad. Describe las

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

bases y los principios para el cálculo de las mismas. La ejecución, la utilización, la inspección y el mantenimiento se tratan en la medida en la que afectan a la elaboración del proyecto.

**2** Los preceptos del DB-SE son aplicables a todos los tipos de edificios, incluso a los de carácter provisional.

**3** 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. La aptitud de asegurar el funcionamiento de la obra, el confort de los usuarios y de mantener el aspecto visual, se denomina aptitud al servicio.

**4** A falta de indicaciones específicas, como periodo de servicio se adoptará 50 años.”

Tal y como se indica en el CTE DB-SE, en el proyecto objeto de la memoria sí se genera estructura, por lo que este documento será de aplicación.

#### **6.1.1.2. Memoria de cálculo**

Los cálculos, como ya hemos comentado, abordan dos situaciones constructivas totalmente diferentes, una losa de cimentación sobre la que descansará el depósito de abastecimiento de agua para la instalación de protección contra incendios y una caseta que albergará los equipos de bombeo para dicha instalación, que se levantará 3 metros sobre la cota 0.

Todos estos cálculos y resultados quedarán representados y justificados en el **Anexo de Cálculos**.

#### **6.1.2. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación (DB-SE-AE)**

##### **6.1.2.1. Ámbito de aplicación**

**“1** El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud de servicio, establecidas en el DB-SE.

**2** Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como silos o tanques.

**3** En general, las fuerzas de rozamiento no se definen en este Documento Básico, ya que se consideran como efectos de las acciones.

**4** Salvo que se indique lo contrario, todos los valores tienen el sentido de característicos.

**5** Los tipos de acciones y su tratamiento se establecen en el DB-SE.”

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Puesto que “Edificio” se refiere a toda construcción permanente, se considera que en el presente proyecto se ejecutará un nuevo edificio, por lo que este Documento Básico SE-AE, sí será de aplicación.

#### **6.1.2.2. Acciones permanentes**

La acción permanente en el caso del presente proyecto a tener en cuenta según el CTE DB-SE-AE, será el peso propio:

“1 El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

2 El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.”

En el caso de la caseta se considerará como peso propio el mismo de la estructura calculado por el programa de cálculo, mientras que para la losa, se supondrá un peso propio igual al peso del depósito ya que será una acción que siempre se mantendrá sobre ella.

Todos estos valores quedarán representados y justificados en el **Anexo de Cálculos**.

#### **6.1.2.3. Acciones variables**

Se considerarán como acciones variables la sobrecarga de uso, el viento y la nieve. Según indica el CTE DB SE-AE:

“1 La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que pueda gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

2 La sobrecarga de uso debida a equipos pesados, o a la acumulación de materiales en bibliotecas, almacenes o industrias, no está recogida en los valores contemplados en este Documento Básico, debiendo determinarse de acuerdo con los valores del suministro o las exigencias de la propiedad.”

La única sobrecarga de uso que se considera en el presente proyecto será sobre la cubierta de la caseta. La clasificaremos, según los valores característicos aportados por la norma, como “G1. Cubierta accesible únicamente para conservación”.

Esto valores quedará representado y justificado en el **Anexo de Cálculos**.

“1 La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

**2** Las disposiciones de este Documento Básico no son aplicables a los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En estos casos, las presiones del viento se deben establecer a partir de datos empíricos disponibles.

**3** En general, los edificios ordinarios no son sensibles a los efectos dinámicos del viento. Este Documento Básico no cubre las construcciones de esbeltez superior a 6, en las que sí deben tenerse en cuenta dichos efectos.”

Para la obtención del valor de la acción del viento, se introducen al programa de cálculo los datos de ubicación y situación de donde se realizará la estructura del presente documento. Estos valores quedarán representados y justificados en el **Anexo de Cálculos**.

“**1** La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

**2** Los modelos de carga de este apartado sólo cubren los casos del depósito natural de la nieve. En cubiertas accesibles para personas o vehículos, deben considerarse las posibles acumulaciones debidas a redistribuciones artificiales de la nieve. Asimismo, deben tenerse en cuenta las condiciones constructivas particulares que faciliten la acumulación de la nieve.”

Igual que en el caso del viento, el programa calculará el valor de dicha acción introduciéndole del mismo modo la ubicación y situación del lugar de la estructura a ejecutar del presente documento.

Este valor quedará representado y justificado en el **Anexo de Cálculos**.

#### **6.1.2.4. Acciones accidentales**

Según el CTE, se considerarán como acciones accidentales el sismo y el incendio:

##### **“Sismo**

**1** Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

##### **Incendio**

**1** Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio están definidas en el DB-SI.

**2** En las zonas de tránsito de vehículos destinados a los servicios de protección contra incendios, se considerará una acción de 20 kN/m<sup>2</sup> dispuestos en una superficie de 3 m de ancho por 8 m de largo, en cualquiera de las posiciones de una banda de 5 m de ancho, y en las zonas de maniobra, por donde se prevea y se señalice el paso de este tipo de vehículos.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

**3** Para la comprobación local de las zonas citadas, se supondrá, de forma independiente y no simultánea con la anterior, la actuación de una carga de 100 kN, actuando sobre una superficie circular de 20 cm de diámetro sobre el pavimento terminado, en uno cualquiera de sus puntos.”

En el caso del sismo sucede lo mismo que con las acciones anteriores, la calculará el programa aportándole información sobre la ubicación y la situación de la estructura objeto del presente documento.

Todos estos valores quedarán representados y justificados en el **Anexo de Cálculos**.

En cuanto al DB-SI, se justificará en el punto 6.2 del presente documento.

### **6.1.3. Documento Básico. Seguridad Estructural. Cimientos (DB-SE-C)**

#### **6.1.3.1. Ámbito de aplicación**

“**1** El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o a la instrucción EHE.”

Puesto que se cuenta con elementos de cimentación (zapatas en el caso de la caseta, y una losa de cimentación), este documento sí será de aplicación.

#### **6.1.3.2. Estados límite**

##### **“Estados Límite Últimos**

**1** Se considerarán estados límite últimos todos aquellos clasificados como tales en el apartado 3.2.1 del DB-SE.

**2** Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

- a) Pérdida de la capacidad portante del terreno de apoyo de la cimentación por hundimiento, deslizamiento o vuelco, u otros indicados en los capítulos correspondientes.
- b) Pérdida de la estabilidad global del terreno en el entorno próximo a la cimentación.
- c) Pérdida de la capacidad resistente de la cimentación por fallo estructural.
- d) Fallos originados por efectos que dependen del tiempo (durabilidad del material de la cimentación, fatiga del terreno sometido a cargas variables repetidas).

##### **Estados Límite de Servicio**

**1** Se considerarán estados límite de servicio todos aquellos clasificados como tales en el apartado 3.2.2 del DB-SE.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

2 Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

- a) Los movimientos excesivos de la cimentación que puedan inducir esfuerzos y deformaciones anormales en el resto de la estructura que se apoya en ellos, y que aunque no lleguen a romperla afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones.
- b) Las vibraciones que al transmitirse a la estructura pueden producir falta de confort en las personas o reducir su eficacia funcional.
- c) Los daños o el deterioro que pueden afectar negativamente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

3 Otras comprobaciones a efectuar en relación con la aptitud al servicio de la cimentación dependen de su tipología y se tratan en los capítulos correspondientes.”

Esto se comprueba tras realizar los cálculos correspondientes tanto en la caseta como en la losa, por separado.

Todos estos valores quedarán representados y justificados en el **Anexo de Cálculos**.

#### **6.1.4. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero (DB-SE-A)**

##### **6.1.4.1. Ámbito de aplicación y consideraciones previas**

“1 Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.

2 Este DB se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidas los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, resistencia al fuego) queda fuera de su alcance. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan, exclusivamente, en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las hipótesis establecidas en el proyecto de la edificación.”

Sí será de aplicación ya que se cuenta con estructuras y cimentaciones de hormigón armado con barras de acero B500SD.

Todo esto quedará justificado correctamente en el **Anexo de Cálculos**.

#### **6.1.5. Documento Básico. Seguridad Estructural. Fábrica (DB-SE-F)**

##### **6.1.5.1. Ámbito de aplicación**

“1 El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

ladrillo, bloques de hormigón y de cerámica aligerada, y fábrica de piedra, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado.

**2** Quedan excluidos de este DB los muros de carga que carecen de elementos destinados a asegurar la continuidad con los forjados (encadenados), tanto los que confían la estabilidad al rozamiento de los extremos de las viguetas, como los que confían la estabilidad exclusivamente a su grueso o a su vinculación a otros muros perpendiculares sin colaboración de los forjados. También quedan excluidas aquellas fábricas construidas con piezas colocadas “en seco” (sin mortero en las juntas horizontales) y las de piedra cuyas piezas no son regulares (mampuestos) o no se asientan sobre tendeles horizontales, y aquellas en las que su grueso se consigue a partir de rellenos amorfos entre dos hojas de sillares.

**3** La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego) quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.”

Este DB sí será de aplicación puesto que las paredes de la estructura de la caseta se ejecutarán con fábrica de bloque de hormigón.

#### **6.1.6. Documento Básico. Seguridad Estructural. Madera (DB-SE-M)**

##### **6.1.6.1. Ámbito de aplicación y consideraciones previas**

**1** El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad de los elementos estructurales de madera en edificación.

**2** La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego) quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.”

Este DB no será de aplicación puesto que no se utiliza ningún elemento estructural de madera en la estructura de la presente memoria.

#### **6.2. Cumplimiento DB-SI. Seguridad en caso de Incendio**

“Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Seguridad en caso de incendio”.

Tanto el objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio”, como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

#### **Exigencia Básica SI 1: Propagación Interior**

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

#### **Exigencia Básica SI 2: Propagación Exterior**

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

#### **Exigencia Básica SI 3: Evacuación de Ocupantes**

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

#### **Exigencia Básica SI 4: Instalaciones de Protección Contra Incendios**

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

#### **Exigencia Básica SI 5: Intervención de Bomberos**

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

#### **Exigencia Básica SI 6: Resistencia al Fuego de la Estructura**

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales”.”

Como ya se ha comentado en el apartado 3.1.3.1 de la presente memoria, el CTE DB-SI será de aplicación para los sectores 6.2 y 6.3.

Todas las justificaciones correspondientes a instalaciones contra incendios se verán descritas en el apartado 3 de la presente memoria.

Al resto de sectores no les será de aplicación ya que les aplica el RSCIEI.

### **6.3. Cumplimiento DB-SUA. Seguridad de uso y accesibilidad**

“Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad”.

Tanto el objetivo del requisito básico “Seguridad de utilización y accesibilidad”, como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

**Exigencia Básica SUA 1: Seguridad Frente al Riesgo de Caídas**

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

**Exigencia Básica SUA 2: Seguridad Frente al Riesgo de Impacto o Atrapamiento**

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento, con elementos fijos o practicables del edificio.

**Exigencia Básica SUA 3: Seguridad Frente al Riesgo de Aprisionamiento**

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

**Exigencia Básica SUA 4: Seguridad Frente al Riesgo Causado por Iluminación Inadecuada**

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

**Exigencia Básica SUA 5: Seguridad Frente al Riesgo Causado por Situaciones con Alta Ocupación**

Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

**Exigencia Básica SUA 6: Seguridad Frente al Riesgo de Ahogamiento**

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscina, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan al acceso.

**Exigencia Básica SUA 7: Seguridad Frente al Riesgo Causado por Vehículos en Movimiento**

Se limitará al riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

#### **Exigencia Básica SUA 8: Seguridad Frente al Riesgo Causado por la Acción del Rayo**

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

#### **Exigencia Básica SUA 9: Accesibilidad**

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.”

Puesto que el establecimiento objeto del proyecto se considera como una zona de uso INDUSTRIAL, no será de aplicación el DB-SUA, por lo que se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

#### **6.4. Cumplimiento DB-HS. Salubridad**

“Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 6. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Higiene, salud y protección del medio ambiente”.

Tanto el objetivo del requisito básico “Higiene, salud y protección del medio ambiente”, como las exigencias básicas se establecen el artículo 13 de la Parte I del CTE y son los siguientes:

#### **Exigencia Básica HS 1: Protección Frente a la Humedad**

Se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

#### **Exigencia Básica HS 2: Recogida y Evacuación de Residuos**

Los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

#### **Exigencia Básica HS 3: Calidad del aire Interior**

1 Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

2 Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

#### **Exigencias Básicas HS 4: Suministro de Agua**

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

#### **Exigencia Básica HS 5: Evacuación de Aguas**

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

#### **Exigencia Básica HS 6: Protección Frente a la Exposición al Radón**

Los edificios dispondrán de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.”

Dado que se trata de un establecimiento INDUSTRIAL, no le es de aplicación el presente Documento Básico.

Y, en caso de la sección HS 3, la no aplicación se justificará ya que contamos con instalaciones sin permanencia de personas.

#### **6.5. Cumplimiento DB-HR. Protección Frente al Ruido**

“Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico “Protección frente al ruido”.

Tanto el objetivo del requisito básico “Protección frente al ruido”, como las exigencias básicas se establecen en el artículo 14 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

### **Exigencias Básicas de Protección Frente al Ruido (HR)**

El objetivo del requisito básico “Protección frente al ruido” consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios de proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

El Documento Básico “DB HR Protección frente al ruido” especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.”

No procede la aplicación del DB HR. La obra no aumentará los niveles máximos de emisión acústica, además, al estar ubicada en un entorno industrial, no se considera que vaya a producir molestias acústicas a edificios colindantes ni al exterior.

### **6.6. Cumplimiento DB-HE. Ahorro de Energía**

“Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 0 a HE 6. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico “Ahorro de energía”.

Tanto el objetivo del requisito básico “Ahorro de energía”, como las exigencias básicas se establecen en el artículo 15 de la Parte I del CTE y son las siguientes:

#### **Exigencia Básica HE 0: Limitación del Consumo Energético**

El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de su ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención. El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.

#### **Exigencia Básica HE 1: Condiciones para el Control de la Demanda Energética**

Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limiten las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la zona climática de su ubicación, del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Las características de los elementos de la envolvente térmica en función de su zona climática, serán tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Así mismo, las características de las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre unidades de uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.

Se limitarán los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

#### **Exigencia Básica HE 2: Condiciones de las Instalaciones Térmicas**

Las instalaciones térmicas de las que disponga los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

#### **Exigencia Básica HE 3: Condiciones de las Instalaciones de Iluminación**

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar su funcionamiento a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

#### **Exigencia Básica HE 4: Contribución Mínima de Energía Renovable para Cubrir la Demanda de Agua Caliente Sanitaria**

Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

#### **Exigencia Básica HE 5: Generación Mínima de Energía Eléctrica Procedente de Fuentes Renovables**

Los edificios dispondrán de sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

#### **Exigencia Básica HE 6: Dotaciones Mínimas para la Infraestructura de Recarga de Vehículos Eléctricos**

Los edificios dispondrán de una infraestructura mínima que posibilite la recarga de vehículos eléctricos.

Puesto que la ubicación es en un establecimiento de uso INDUSTRIAL, el presente Documento Básico HE, no será de aplicación.



# PRESUPUESTO Y MEDICIONES

“Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)”

NOELIA LÓPEZ MONTERO

## Índice Presupuesto y Mediciones

1.	Presupuesto de Ejecución Material (PEM) .....	2
1.1.	Presupuesto y mediciones instalación de PCI .....	2
1.2.	Presupuesto y mediciones Obra .....	19
1.3.	Resumen PEM Total .....	25
2.	Gastos Generales .....	26
3.	Beneficio Industrial .....	26
4.	Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC).....	26
5.	Presupuesto Final.....	27

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

## 1. Presupuesto de Ejecución Material (PEM)

### 1.1. Presupuesto y mediciones instalación de PCI

DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>CAPÍTULO 1. ABASTECIMIENTO</b>			
<b>1.1 Ud Grupo de Bombeo</b>			
Suministro en instalación de grupo de bombeo AF ENI 125-250/110 para un caudal nominal de 350 m <sup>3</sup> /h a 65 mca, de acuerdo con UNE EN 12845.			
Equipo bombeo PCI	1		
	1	88.890,00 €	88.890,00 €
<b>1.2 Ud Depósito de PCI</b>			
Suministro e instalación de depósito de agua cilíndrico vertical para PCI Eurocódigo/UNE 23500 de 241m <sup>3</sup> útiles. Dimensiones: diámetro 8,382 m y altura 4,184 m.			
Depósito PCI	1		
	1	24.372,26 €	24.372,26 €
<b>1.3 Ud Sonda de nivel</b>			
Suministro e instalación de un conjunto de sondas de alto y bajo nivel de aljibe para señalización de alarmas y control de válvula de llenado.			
Depósito PCI	1		
	1	560,00 €	560,00 €

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

**1.4 Ud Llenado depósito de PCI**

Suministro e instalación de sistema de tuberías necesarias para canalizar el abastecimiento de agua de PCI.

Depósito PCI	1		
	1	4.500,00 €	4.500,00 €

**1.5 Ud Sistema de clorado ANTILEGIONELA**

Suministro e instalación de sistema de clorado ANTILEGIONELA para depósitos de agua contra incendios.

Depósito PCI	1		
	1	16.800,00 €	16.800,00 €

**TOTAL CAPÍTULO 1..... 135.122,26 €**

**CAPÍTULO 2. RED DE HIDRANTES EXTERIORES**

**2.1 Ud Hidrante columna húmeda DN 100 mm**

Suministro e instalación de hidrantes de columna húmeda DN100 mm, incluyendo conexión con tuberías del anillo de agua, válvulasm accesorios necesarios y pruebas de funcionamiento.

Hidrante DN100	1		
	1	1.434,70 €	1.434,70 €

**2.2 Ud Hidrante columna húmeda DN 80 mm**

Suministro e instalación de hidrantes de columna húmeda DN80 mm, incluyendo conexión con tuberías del anillo de agua, válvulas, accesorios necesarios y pruebas de funcionamiento.

Hidrante DN80	8		

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

	8	1.265,84 €	10.126,72€
--	---	------------	------------

**2.3 m Tubería DN-200 mm, PEAD 100 PN-10**

Suministro e instalación de tubería Polietileno Alta Densidad DN-200, PEAD 100 PN-10, para montaje enterrado, con parte proporcional de accesorios.

Anillo PCI	729		
	729	69,05 €	50.337,45 €

---

**2.4 Ud Acometida a sistemas en sectores**

Suministro e instalación de tubería, accesorios y parte proporcional de sujeción y suportación necesaria para acometida a colectores de puestos de control en el interior de cada nave.

Nave 1	1		
Nave 3	1		
Nave 6	1		
Nave 9	1		
Nave 10	1		
	5	285,00 €	1.425,00 €

---

**TOTAL CAPÍTULO 2..... 63.323,87 €**

**CAPÍTULO 3. SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS**

**3.1 Ud Rociadores cubierta K80**

Suministro e instalación de rociadores automáticos para cubierta, con un factor K80. Incluye la provisión de todos los componentes necesarios, como conexiones, válvulas, soportes...

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Nave 1	48		
Nave 2	48		
Nave 3	104		
Nave 4	70		
Nave 5	136		
Nave 6	120		
Nave 7	102		
Nave 8	98		
Nave 9	36		
Nave 10	409		
		1.171	16,69 €
			23.056,99 €

**3.2 Ud Rociadores intermedios K80**

Suministro e instalación de rociadores automáticos intermedios para estanterías, con un factor K80. Incluye la provisión de todos los componentes necesarios, como conexiones, válvulas, soportes...

Nave 1	104		
Nave 2	192		
Nave 4	208		
Nave 6	158		
Nave 9	58		

---

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

720 19,69 € 14.176,80 €

**3.3 Ud Jaula protección rociadores intermedios**

Suministro e instalación de protector de cabeza de rociador contra incendios, jaula protectora para sistemas de rociadores. Tipo clip de alambre adecuado para usar en rociadores instalados en posición vertical.

Nave 1	104
Nave 2	192
Nave 4	208
Nave 6	158
Nave 9	58

720 8,78 € 6.321,60 €

**3.4 m Tubería acero DN32 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 32 mm (1 1/4"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 6 (Estanterías)	112
----------------------	-----

112 26,80 € 3.001,60 €

**3.5 m Tubería acero DN40 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 40 mm (1 1/2"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 6 (Estanterías)	24
----------------------	----

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

		24	29,59 €	710,16 €
<b>3.6</b>	<b>m</b>	<b>Tubería acero DN50 mm</b>		
	Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 50 mm (2"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.			
	Nave 1 (Estanterías)	182		
	Nave 2 (Estanterías)	288		
	Nave 4 (Estanterías)	624		
	Nave 6 (Estanterías)	218		
		1.312	34,72 €	45.552,64 €

<b>3.7</b>	<b>m</b>	<b>Tubería acero DN65 mm</b>		
	Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 65 mm (2 1/2"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.			
	Nave 1 (Cubierta)	120		
	Nave 2 (Cubierta)	120		
	Nave 3 (Cubierta)	208		
	Nave 4 (Cubierta)	196		
	Nave 5 (Cubierta)	340		
	Nave 6 (Cubierta)	300		
	Nave 7 (Cubierta)	204		
	Nave 8 (Cubierta)	158		

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Nave 9 (Cubierta)	98		
Nave 10 (Cubierta)	541		
		2.285	41,20 €
			94.142,00 €

**3.8 m Tubería acero DN80 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 80 mm (3"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 6 (Estanterías)	5		
Nave 10 (Cubierta)	534		
		539	55,37 €
			29.844,43 €

**3.9 m Tubería acero DN100 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 100 mm (4"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 1 (Cubierta)	40		
Nave 2 (Cubierta)	40		
Nave 6 (Estanterías)	10		
Nave 8 (Cubierta)	55		
Nave 10 (Cubierta)	100		
		245	68,45 €
			16.770,25 €

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

**3.10 m Tubería acero DN150 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 150 mm (6"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 4 (Cubierta)	45		
Nave 8 (Cubierta)	40		
Nave 9 (Cubierta)	32		
Nave 9 (Estanterías)	48		
	165	87,60 €	14.454,00 €

**3.11 m Tubería acero DN200 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 200 mm (8"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 1 (Estanterías)	40		
Nave 2 (Estanterías)	80		
Nave 3 (Cubierta)	95		
Nave 4 (Estanterías)	70		
Nave 5 (Cubierta)	110		
Nave 6 (Cubierta)	120		
Nave 6 (Estanterías)	65		
Nave 7 (Cubierta)	115		
Nave 9 (Cubierta)	70		

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Nave 10 (Cubierta)	100		
	865	110,60 €	95.669,00 €

**3.12 Ud Puesto de control red rociadores DN 100 mm**

Suministro e instalación de puesto de control de rociadores de diámetro nominal 100 mm (4"), conforme normativa. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 1	1		
	1	3.018,14 €	3.018,14 €

**3.13 Ud Puesto de control red rociadores DN 150 mm**

Suministro e instalación de puesto de control de rociadores de diámetro nominal 150 mm (6"), conforme normativa. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 9	1		
	1	3.409,84 €	3.409,84 €

**3.14 Ud Puesto de control red rociadores DN 200 mm**

Suministro e instalación de puesto de control de rociadores de diámetro nominal 200 mm (8"), conforme normativa. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 1	1		
Nave 3	2		
Nave 6	2		
Nave 9	1		
Nave 10	1		

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

---

7 3.637,86 € 25.465,02 €

**3.15 Ud Punto de prueba rociadores**

Suministro e instalación de punto de prueba y limpieza para sistema de rociadores, formado por válvula de bola, by-pass con manómetro y válvula calibrada.

Nave 1 1

Nave 2 1

Nave 3 1

Nave 4 1

Nave 5 1

Nave 6 1

Nave 7 1

Nave 8 1

Nave 9 1

Nave 10 1

---

10 196,00 € 1.960,00 €

**3.16 Ud Punto de vaciado y limpieza**

Suministro e instalación de punto de vaciado y limpieza para sistema de rociadores, formado por válvula de bola. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

Nave 1 1

Nave 2 1

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Nave 3	1		
Nave 4	1		
Nave 5	1		
Nave 6	1		
Nave 7	1		
Nave 8	1		
Nave 9	1		
Nave 10	1		
	10	98,00 €	980,00 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 3.....</b>			<b>378.532,45 €</b>

**CAPÍTULO 4. RED DE BIES**

**4.1 Ud Boca Incendio Equipada Ø25 mm con toma auxiliar de 45 mm**

Suministro e instalación de punto de vaciado y limpieza para sistema de rociadores, formado por válvula de bola. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.

Nave 1	1
Nave 2	1
Nave 3	2
Nave 4	2
Nave 5	2

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Nave 6	2		
Nave 7	2		
Nave 8	2		
Nave 9	1		
Nave 10	8		
Edificio Molienda	1		
Edificios Oficinas	4		
		<hr/>	
	28	308,00 €	8.624,00 €

**4.2 Ud Puesto de control reducido DN 80 mm**

Suministro y montaje de un puesto de control reducido DN80 para la gestión y control de Bocas de Incendio Equipadas. Incluye válvula de compuerta, de retención, manómetros de presión, conexiones, accesorios, soportes y pruebas y ensayos.

Nave 1	1		
Nave 3	1		
Nave 6	1		
Nave 9	1		
Nave 10	1		
		<hr/>	
	5	1.050,00 €	5.250,00 €

**4.3 m Tubería acero DN 65 mm**

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 65 mm (2 1/2"), conforme a UNE EN 10217.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 1	2		
Nave 2	2		
Nave 3	4		
Nave 4	4		
Nave 5	4		
Nave 6	4		
Nave 7	4		
Nave 8	4		
Nave 9	2		
Nave 10	16		
Edificio Molienda	25		
Edificios Oficinas	65		
		136	22,76 €
			3.095,36 €

#### 4.4 m Tubería acero DN 80 mm

Suministro e instalación de tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 80 mm (3"), conforme a UNE EN 10217. Incluye accesorios, conexiones, soportes, fijaciones, pruebas y ensayos.

Nave 1	10
Nave 2	15
Nave 3	60

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Nave 4	50		
Nave 5	60		
Nave 6	50		
Nave 7	80		
Nave 8	45		
Nave 9	35		
Nave 10	242		
Edificios Oficinas	136		
	783	34,72 €	27.185,76 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 4.....</b>			<b>44.155,12 €</b>

**CAPÍTULO 5. EXTINTORES**

**5.1 Ud Extintor portátil polvo ABC**

Suministro e instalación extintor portátil de polvo químico ABC polivalente, con presión incorporada con nitrógeno, con 6kg de agente extintor y eficacia 34A-233B.

Nave 1	2
Nave 2	2
Nave 3	5
Nave 4	2
Nave 5	6
Nave 6	5

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Nave 7	6		
Nave 8	4		
Nave 9	2		
Nave 10	16		
Edificio Molienda	9		
Salas	3		
Oficinas	19		
		81	51,42 €
			4.165,02 €

**5.2 Ud Extintor portátil nieve carbónica CO2**

Suministro e instalación extintor portátil de nieve carbónica CO<sub>2</sub>, con 5kg de agente extintor y eficacia 89B.

Nave 3	1		
Nave 5	1		
Nave 6	1		
Nave 7	2		
Nave 8	1		
Nave 10	2		
Edificio Molienda	3		
Salas	3		
Oficinas	7		

---

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

21 101,54 € 2.297,36 €

**TOTAL CAPÍTULO 5..... 6.297,36 €**

**CAPÍTULO 6. DETECCIÓN MANUAL**

**6.1 Ud Pulsadores de incendio manuales**

Suministro e instalación de pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluye elementos de fijación.

Nave 1	2
Nave 2	2
Nave 3	3
Nave 4	2
Nave 5	2
Nave 6	2
Nave 7	4
Nave 8	3
Nave 9	2
Nave 10	11
Edificio Molienda	5
Salas	3
Oficinas	20

---

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

	61	35,16 €	2.144,76 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 6.....</b>			<b>2.144,76 €</b>

**CAPÍTULO 7. SEÑALIZACIÓN**

**7.1 Ud Señalización equipos contra incendios**

Suministro e instalación de placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC foto luminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210mm. Incluye elementos de fijación.

Bocas de incendio	23		
Extintores	102		
Pulsadores	61		
	186	12,73 €	2.367,78 €
<b>TOTAL CAPÍTULO 7.....</b>			<b>2.367,78 €</b>

**TOTAL PEM INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS..... 632.007,27 €**

**\*NOTA: Los precios has sido obtenidos del generador de precios de CYPE.**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

## 1.2. Presupuesto y mediciones Obra

	DESCRIPCIÓN	UDS	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
<b>1.1</b>	<b>m3 Excavación</b>			
	Excavación para cimientos, incluyendo la eliminación de tierra hasta la profundidad necesaria para la construcción de los cimientos. Incluye el traslado de la tierra extraída al lugar de acopio o su disposición final.			
	Losa	50		
	Caseta	42,91		
	Zanjas anillo abastecimiento	110,40		
		203,31	13,23 €	2.689,82 €
<b>1.2</b>	<b>m3 Relleno y compactación</b>			
	Relleno de zanjas de instalaciones con arena y compactación de cada capa para garantizar la estabilidad del terreno. Incluye la provisión del material necesario.			
	Zanjas anillo abastecimiento	66,24		
		66,24	20,31 €	1.345,33 €
	<b>TOTAL CAPÍTULO 1.....</b>			<b>4.035,15 €</b>
<b>CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES</b>				
<b>2.1</b>	<b>m3 Hormigón de limpieza</b>			
	Colocación de una capa de hormigón pobre (baja resistencia) en el fondo de las zanjas para proporcionar una superficie limpia y nivelada antes de la colocación de los cimientos.			

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Losa	10		
Caseta	8,35		
	18,35	52,31 €	959,99 €

**2.2 m3 Hormigón para armar**

Colocación de hormigón para armar en las cimentaciones.  
Fabricado en central y vertido con cubilote.

Losa	40		
Caseta	34,56		
	74,56	85,63 €	6.384,57 €

**2.3 kg Acero UNE-EN 10080 B 500 SD**

Acero UNE-EN 10080 B 500 SD para la elaboración del armado de las cimentaciones. Incluye parte proporcional de accesorios, montado in situ.

Barras corrugadas Ø6	6,2		
Barras corrugadas Ø8	87,4		
Barras corrugadas Ø12	170,4		
Barras corrugadas Ø16	405		
	669,00	3,52 €	2.354,88 €

**TOTAL CAPÍTULO 2..... 9.699,45 €**

**CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO**

**3.1 m2 Encofrado y desencofrado**

Instalación y posterior retiro de moldes (encofrados) temporales.  
Incluye la limpieza y acondicionamiento del encofrado para su reutilización.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Pilares	28,80		
Vigas	53,60		
	82,40	18,32 €	1.509,57 €

**3.2 m3 Hormigón en pilares y vigas**

Colocación de hormigón para armar en pilares y vigas. Incluye el suministro, mezclado, transporte y vertido de hormigón.

Pilares	2,16		
Vigas	4,34		
	6,50	85,63 €	556,60 €

**3.3 kg Acero UNE-EN 10080 B 500 SD**

Acero UNE-EN 10080 B 500 SD para la elaboración del armado de las cimentaciones. Incluye parte proporcional de accesorios, montado in situ.

Barras corrugadas Ø6	135,3		
Barras corrugadas Ø8	61,5		
Barras corrugadas Ø10	159,6		
Barras corrugadas Ø16	249		
Barras corrugadas Ø20	158,4		
Barras corrugadas Ø25	186,6		
	950,60	3,52 €	3.346,11 €

**TOTAL CAPÍTULO 3..... 5.412,28 €**

**CAPÍTULO 4. LOSAS Y FORJADOS**

**4.1 m2 Encofrado y desencofrado**

Instalación y posterior retiro de moldes (encofrados) temporales. Incluye la limpieza y acondicionamiento del encofrado para su reutilización.

Losa	4,00		
Caseta	11,40		
	15,40	18,32 €	282,13 €

**4.2 m3 Hormigón en losas**

Colocación de hormigón para armar en losas. Incluye el suministro, mezclado, transporte y vertido de hormigón.

Losa	40		
	40	85,63 €	3.425,20 €

**4.3 kg Acero UNE-EN 10080 B 500 SD**

Acero UNE-EN 10080 B 500 SD para la elaboración del armado de las cimentaciones. Incluye parte proporcional de accesorios, montado in situ.

Barras corrugadas Ø6	46		
Barras corrugadas Ø10	166		
	212	3,52 €	746,24 €

**4.4 m2 Suministro y colocación viguetas pretensadas**

Suministro y colocación de forjado unidireccional de hormigón armado, horizontal, con altura libre de planta de 3m, canto 16=10+6 cm, realizado con hormigón HA-25/F/20/XC2 fabricado en central y vertido con cubilote con un volumen total de hormigón

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

de 0,083m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y acero UNE-EN B500S. Incluye elaboración de ferralla incluso su parte proporcional de accesorios.

Forjado caseta	75,44		
	75,44	58,36 €	4.402,68 €

**4.5 m2 Impermeabilización cubierta inclinada**

Suministro y colocación de lámina de betún modificado con elastómero SBS para impermeabilizar cubiertas inclinadas de menos del 5% de inclinación. Incluye parte proporcional de accesorios, totalmente adherida con soplete.

Cubierta caseta	75,44		
	75,44	12,94 €	976,19 €

**4.6 m3 Hormigonado cubierta**

Vertido de hormigón sobre impermeabilización cubierta, incluyendo formación de pendiente para evacuación del agua y acabado de la superficie.

Cubierta caseta	15,09		
	15,09	39,74 €	599,60 €

**TOTAL CAPÍTULO 4..... 10.432,04 €**

**CAPÍTULO 5. VARIOS**

**5.1 m2 Cerramiento de fábrica de bloque de hormigón**

Suministro y colocación de fachada de una hoja, de 20 cm de espesor, de fábrica de bloque de hormigón hueco, para revestir, color gris, 40x20x20 cm. Incluye parte proporcional de accesorios.

Caseta	102		
	102	15,23 €	1.553,46 €

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**5.2 Ud Puerta RF 120**

Suministro y colocación de puerta RF 120 de doble hoja de entrada a la caseta. Incluye parte proporcional de accesorios y acabado superficie.

Puerta caseta	1		
	1	1.424,12 €	1.424,12 €

**5.3 Ud Rejillas ventilación 60x60 cm**

Suministro y colocación de rejillas de ventilación con lamas horizontales de 4 cm de paso y dimensiones 60x60 cm. Incluye parte proporcional de accesorios y acabado superficie.

Rejillas caseta	4		
	4	61,54 €	246,16 €

**TOTAL CAPÍTULO 5..... 1.670,28 €**

<b>TOTAL PEM OBRA.....</b>	<b>31.249,19 €</b>
----------------------------	--------------------

**\*NOTA: Los precios han sido obtenidos del generador de precios de CYPE.**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

### 1.3. Resumen PEM Total

<b>PEM FINAL INSTALACIÓN PCI + EJECUCIÓN CASETA Y LOSA</b>	
<b>INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>	
Capítulo 1. Abastecimiento.....	135.122,26 €
Capítulo 2. Red de hidrantes exteriores.....	63.323,87 €
Capítulo 3. Sistema de rociadores automáticos.....	378.532,47 €
Capítulo 4. Red de BIEs.....	44.155,12 €
Capítulo 5. Extintores.....	6.297,36 €
Capítulo 6. Detección manual.....	2.144,76 €
Capítulo 7. Señalización.....	2.367,78 €
<b>PEM Instalación Protección Contra Incendios.....</b>	<b>632.007,27 €</b>
<b>EJECUCIÓN CASETA Y LOSA</b>	
Capítulo 1. Movimiento de tierras.....	4.035,15 €
Capítulo 2. Cimentaciones.....	9.699,45 €
Capítulo 3. Estructura de hormigón armado.....	5.412,28 €
Capítulo 4. Losas y forjados.....	10.432,04 €
Capítulo 5. Varios.....	1.670,28 €
<b>PEM Ejecución Caseta y Losa.....</b>	<b>31.249,19 €</b>
<b>PEM FINAL.....</b>	<b>663.256,46 €</b>

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

## 2. Gastos Generales

Como gastos generales se considera un 13% del PEM Final, por lo que:

PEM Final.....	663.256,46 €
Gastos Generales.....	13 %

<b>Gastos Generales .....</b>	<b>86.223,34 €</b>
-------------------------------	--------------------

## 3. Beneficio Industrial

Como beneficio industrial se considera un 6% del PEM Final, por lo que:

PEM Final.....	663.256,46 €
Beneficio Industrial.....	6 %

<b>Beneficio Industrial .....</b>	<b>39.795,39 €</b>
-----------------------------------	--------------------

## 4. Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)

El presupuesto de ejecución por contrata será la suma del presupuesto de ejecución de material obtenido inicialmente más los gastos generales y el beneficio industrial, por lo que:

PEM Final.....	663.256,46 €
Gastos Generales.....	86.223,34 €
Beneficio Industrial.....	39.795,39 €

<b>PEC Final.....</b>	<b>789.275,18 €</b>
-----------------------	---------------------

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

## 5. Presupuesto Final

El presupuesto final se obtendrá sumándole al PEC final el IVA, es decir, un 21% de este presupuesto de ejecución por contrata.

PEC Final.....	789.275,18 €
IVA (%).....	21 %
IVA (€).....	165.747,79 €

<b>Presupuesto Final.....</b>	<b>955.022,97 €</b>
-------------------------------	---------------------



# PLANOS

“Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)”

NOELIA LÓPEZ MONTERO

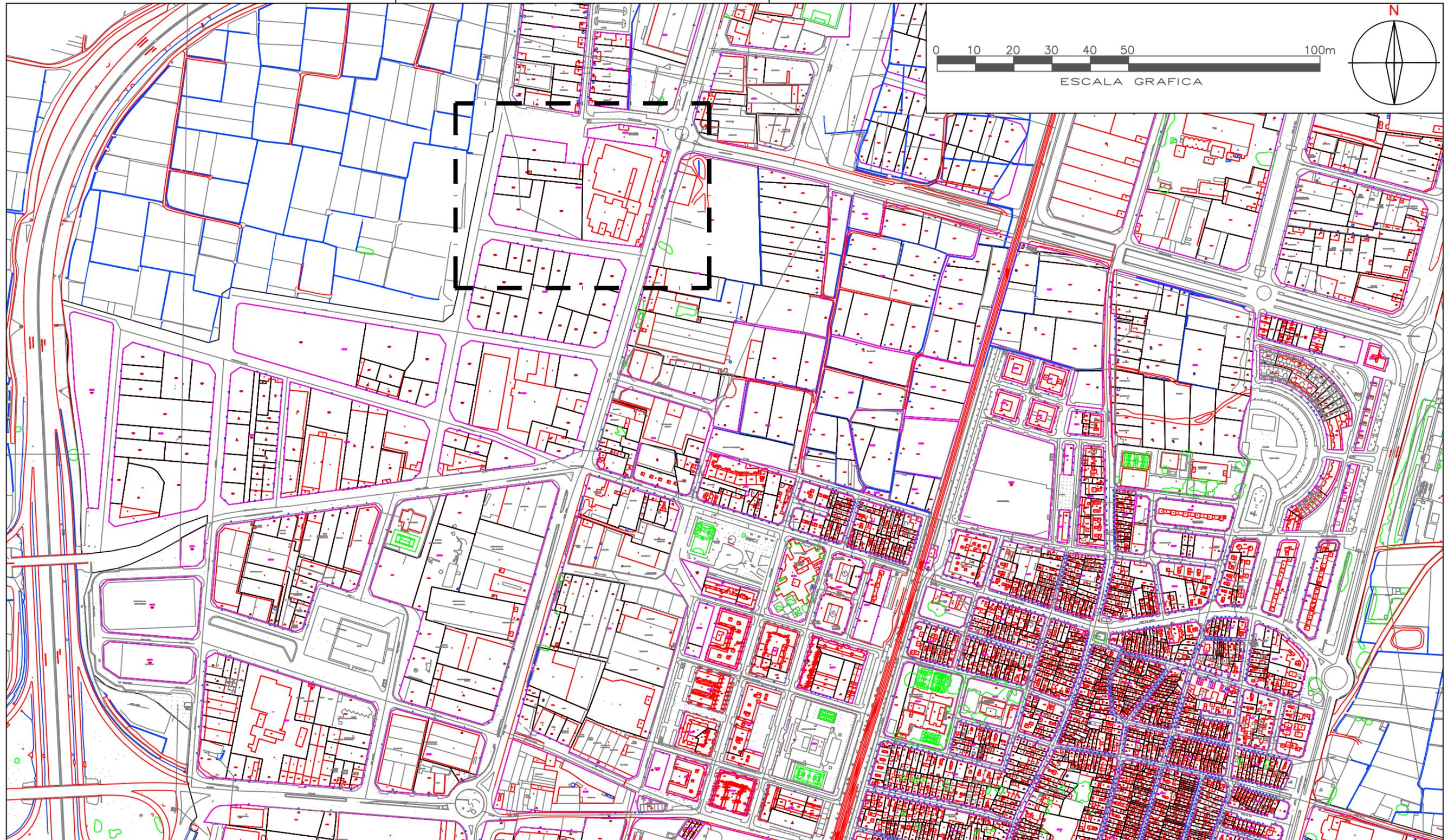
## Índice de Planos

A.01	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO I
A.02	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO II
D.01	DISTRIBUCIÓN PLANTA I
D.02	DISTRIBUCIÓN PLANTA II
E.01	REPLANTEO
E.02	COTAS ESTRUCTURA
E.03	CIMENTACIÓN LOSA
E.04	CIMENTACIÓN CASETA. DETALLES ZAPATAS
E.05	CIMENTACIÓN CASETA. DETALLES VIGAS ATADO
E.06	ESTRUCTURA. CUADRO PILARES
E.07	ESTRUCTURA. FORJADO CUBIERTA
E.08	ESTRUCTURA. PÓRTICOS PERIMETRALES CUBIERTA
E.09	ESTRUCTURA. PÓRTICO CENTRAL CUBIERTA
E.10	ESTRUCTURA. DETALLES CONSTRUCTIVOS
I.01	DISTRIBUCIÓN EQUIPOS
I.02.1	ANILLO ABASTECIMIENTO. RED DE HIDRANTES I
I.02.2	ANILLO ABASTECIMIENTO. RED DE HIDRANTES II
I.03	SECTORES DE INCENDIO
I.04	RESISTENCIA AL FUEGO ESTRUCTURA
I.05.1	EVACUACIÓN. RECORRIDOS EMERGENCIA I
I.05.2	EVACUACIÓN. RECORRIDOS EMERGENCIA II

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

- I.06 DETECCIÓN MANUAL. PULSADORES
- I.07.1 EXTINCIÓN. EXTINTORES Y RED DE BIES I
- I.07.2 EXTINCIÓN. EXTINTORES Y RED DE BIES II
- I.08.1 EXTINCIÓN. RED DE ROCIADORES CUBIERTA I
- I.08.2 EXTINCIÓN. RED DE ROCIADORES CUBIERTA II
- I.09.1 EXTINCIÓN. ROCIADORES INTERMEDIOS
- I.09.2 EXTINCIÓN. ROCIADORES INTERMEDIOS. ALZADOS I
- I.09.3 EXTINCIÓN. ROCIADORES INTERMEDIOS. ALZADOS II
- I.10 ESQUEMA 3D. SISTEMA ROCIADORES



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: **DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS**

Plano: **Situación y Emplazamiento I**

Autor:  
**Noelia López Montero**

Fecha:  
**Septiembre 2024**

Escala:  
**1:5000**

Nº Plano:

**A.01**



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: **DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS**

Plano: **Situación y Emplazamiento II**

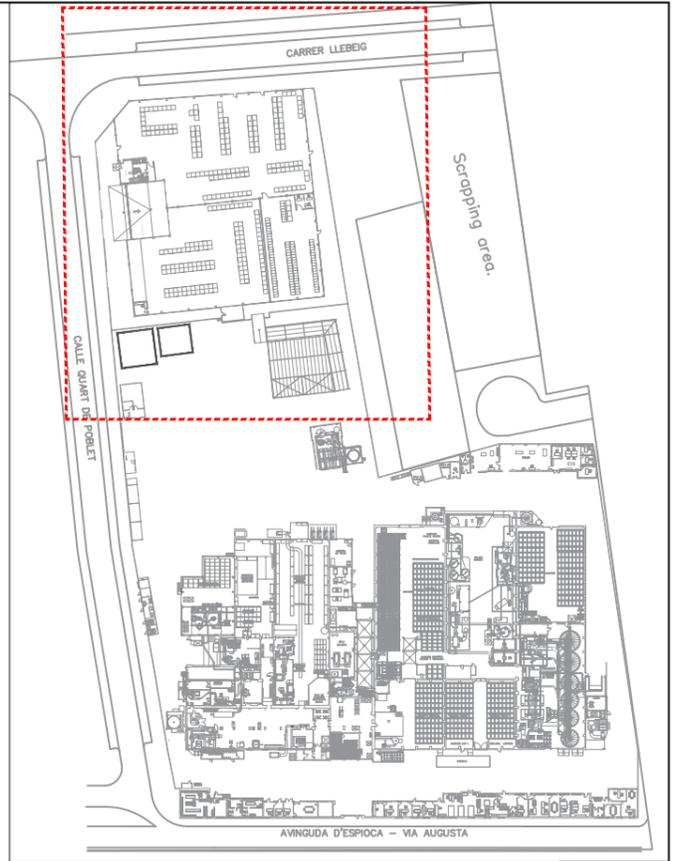
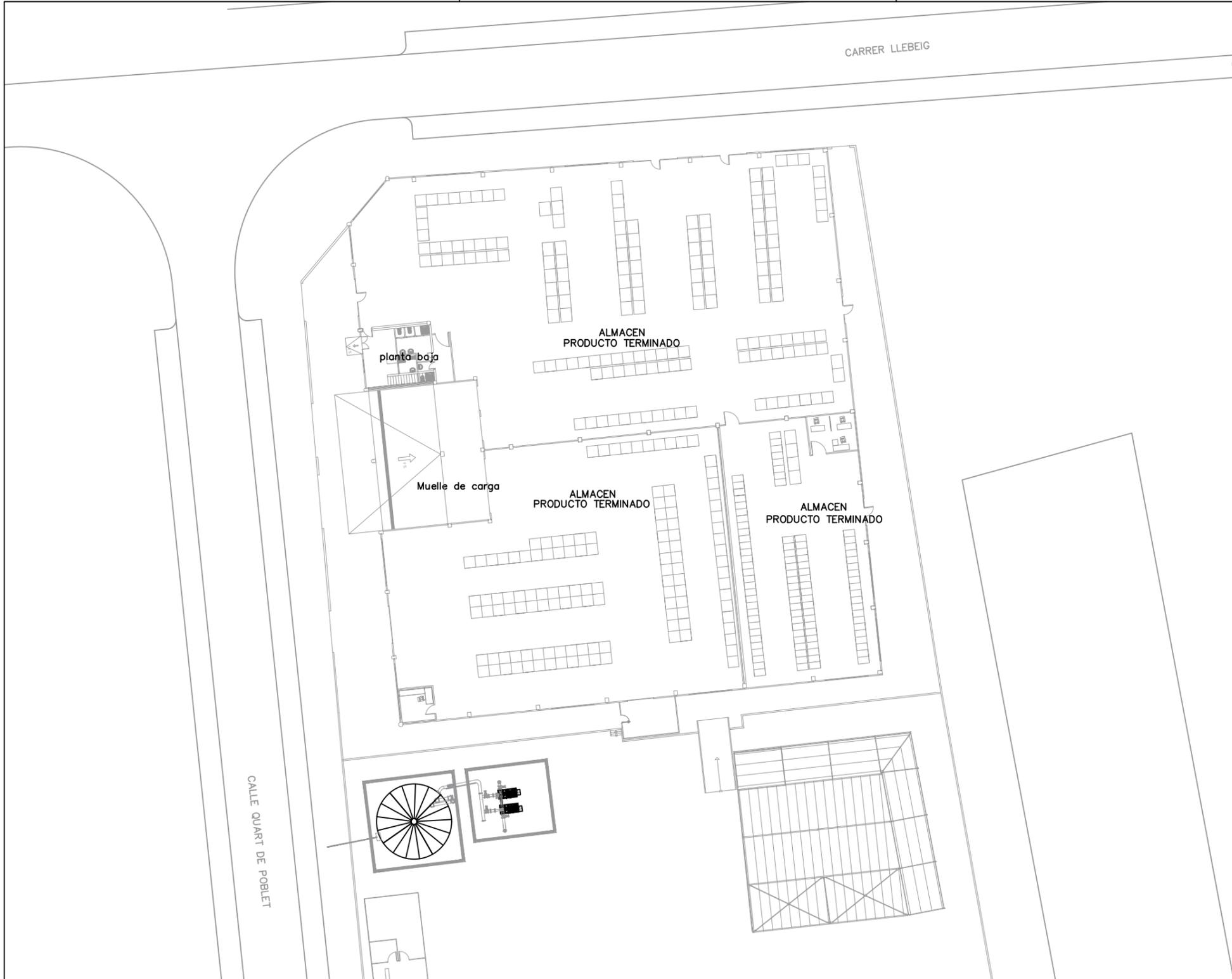
Autor:  
**Noelia López Montero**

Fecha:  
**Septiembre 2024**

Escala:  
**1:1000**

Nº Plano:

**A.02**



E: 1/2000

TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: **DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS**

Plano: **Distribución Planta I**

Autor:  
**Noelia López Montero**

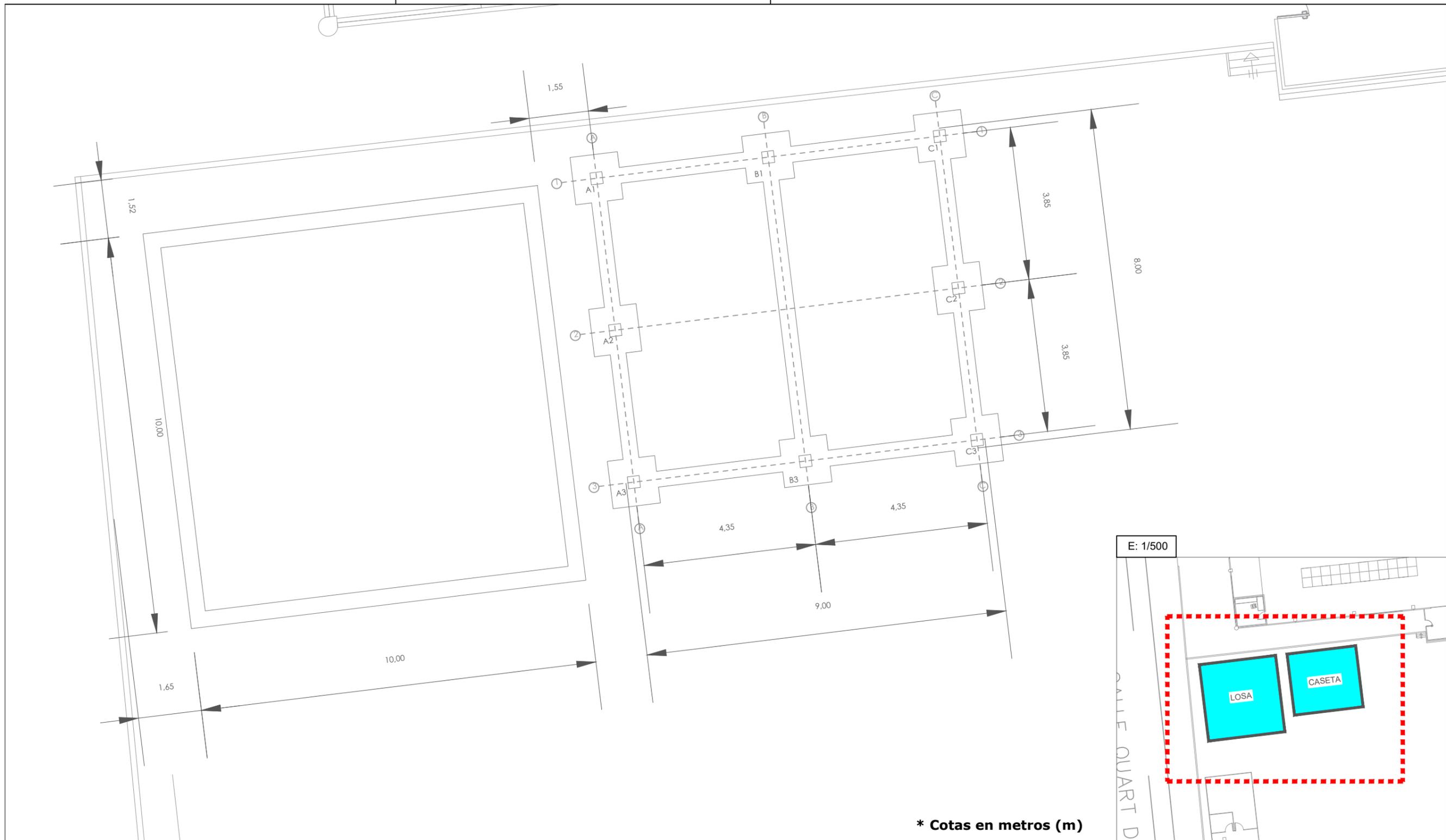
Fecha:  
**Septiembre 2024**

Escala:  
**1:500**

Nº Plano:

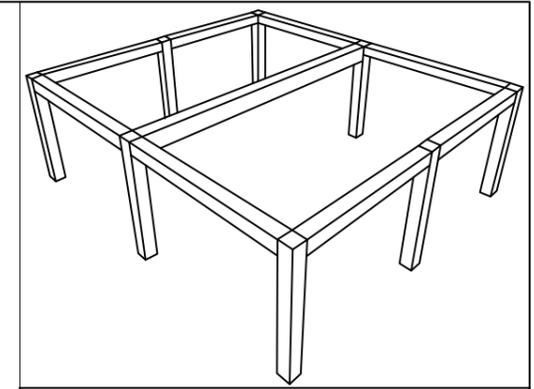
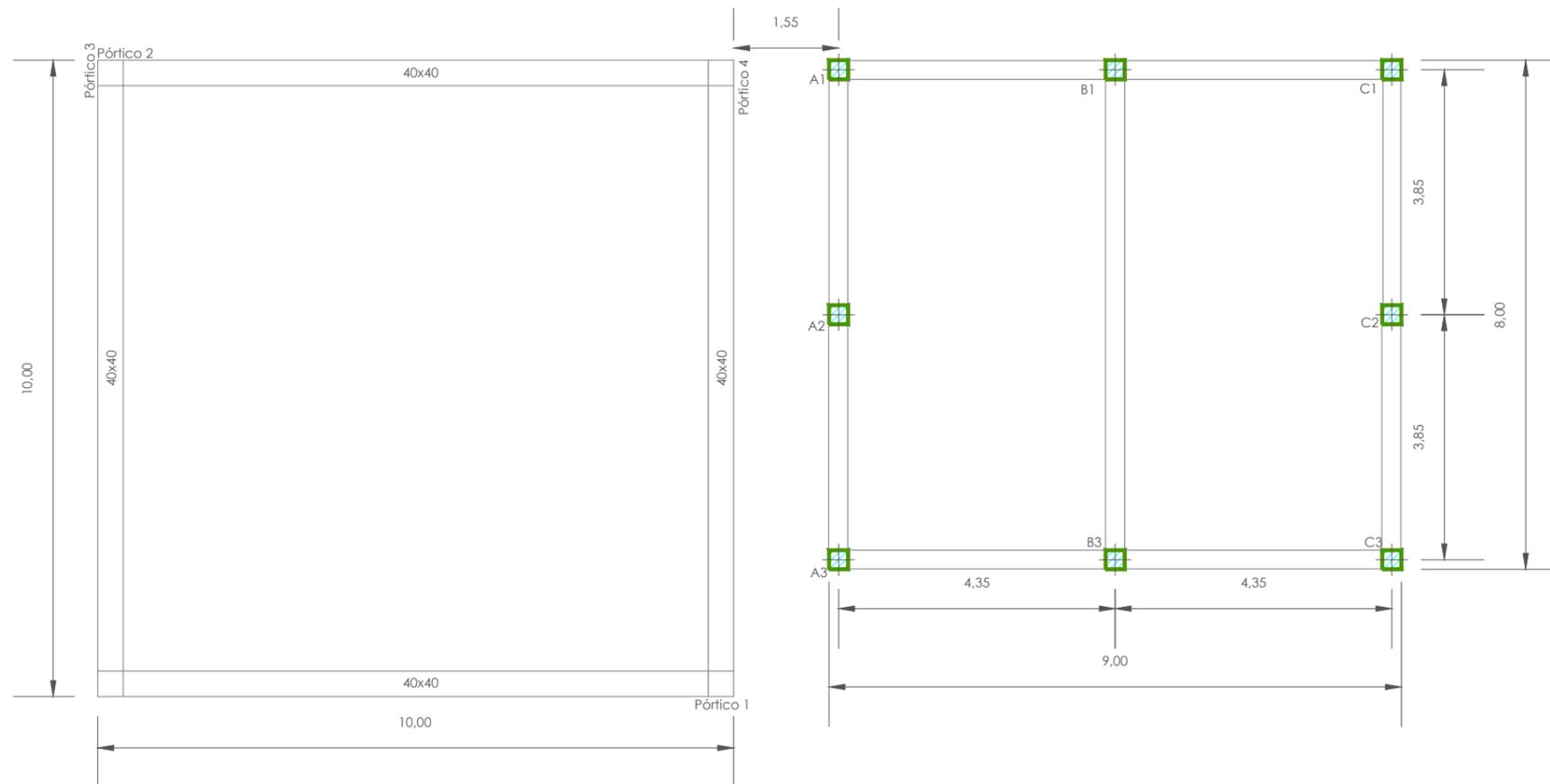
**D.01**



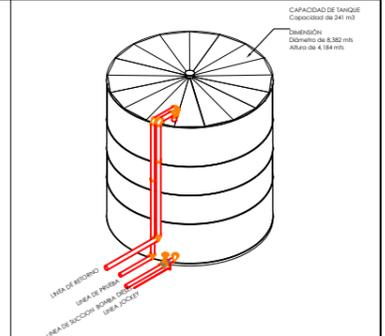


\* Cotas en metros (m)

	Proyecto: DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m <sup>2</sup> Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA SUS EQUIPOS	Plano: Replanteo	Fecha: Septiembre 2024	Nº Plano:
		Autor: Noelia López Montero	Escala: 1:100	<b>E.01</b>



Estructura en 3D E: 1/500



Depósito en 3D E: 1/500



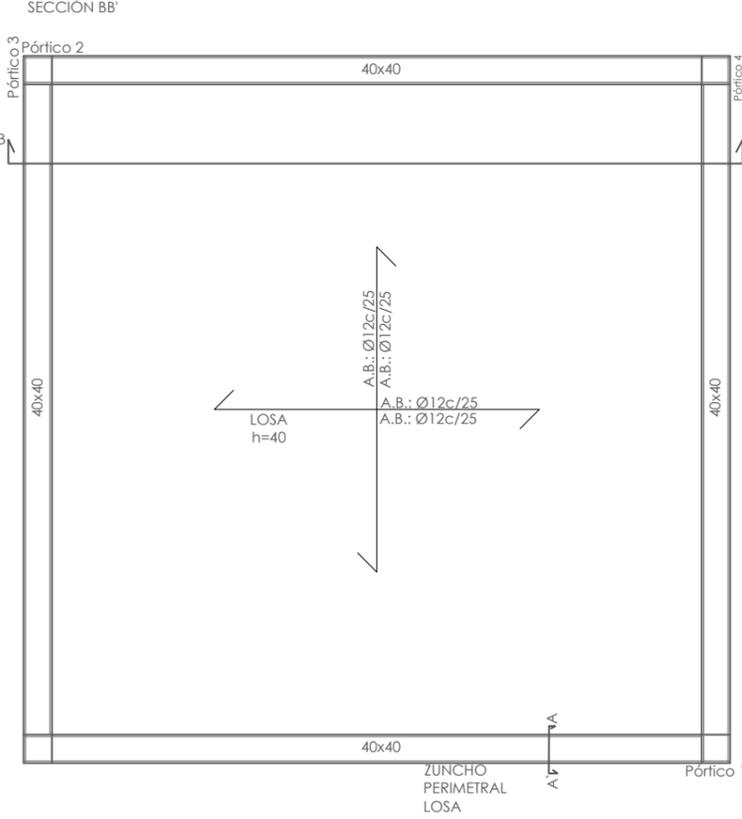
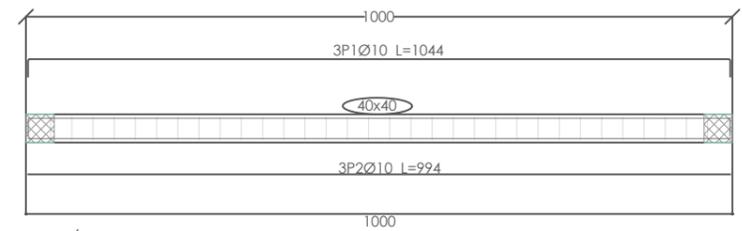
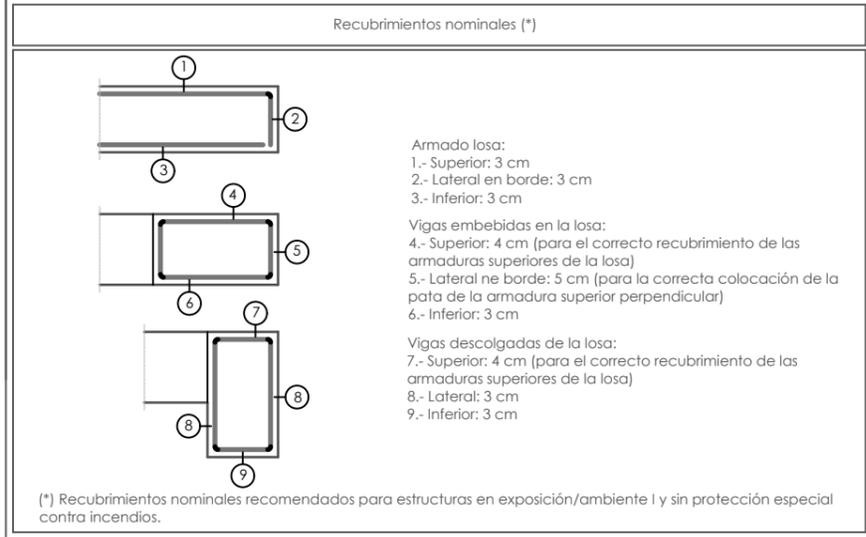
TABLA SUPERFICIES	
PLANTA	SUP. CONSTRUIDA (m2)
Caseta Equipos PCI	72,00
Losa Depósito PCI	100,00
<b>Sup. TOTAL Construida (m2)</b>	<b>172,00</b>

\* Cotas en metros (m)

Características de los materiales - Losas Macizas									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Pandeo	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Pandeo	Tipo
Losa Depósito	Estadístico	$\gamma_c=1.5$	HA - 25	P / B	20/30 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B 500 SD
	Estadístico	$\gamma_c=1.5$	HA - ...	P / B	20/30 mm		Normal	$\gamma_s=1.15$	B ... S
	Estadístico	$\gamma_c=1.5$	HA - ...	P / B	20/30 mm		Normal	$\gamma_s=1.15$	B ... S
	Estadístico	$\gamma_c=1.5$	HA - ...	P / B	20/30 mm		Normal	$\gamma_s=1.15$	B ... S

Notas

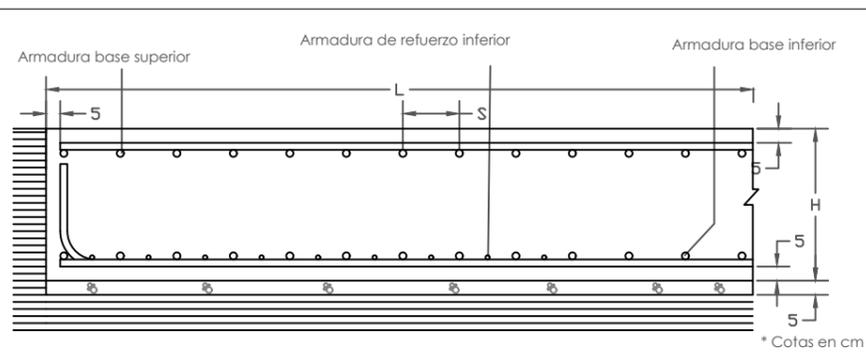
- Control INDIRECTO, código estructural
- Solapes según Código Estructural



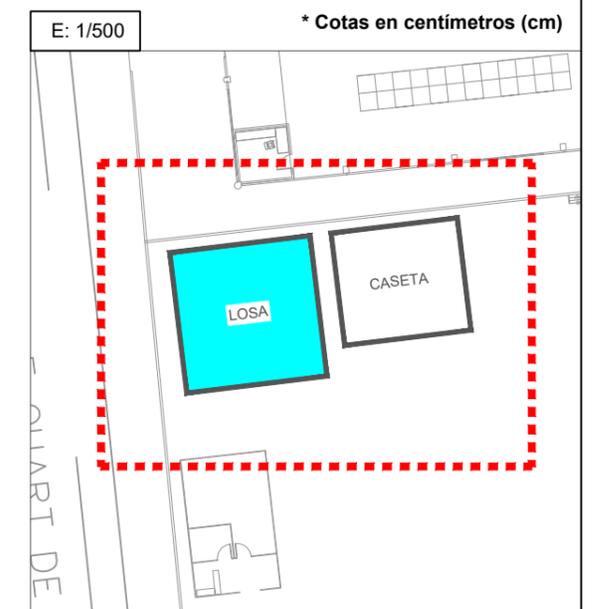
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B500SD, $\gamma_s=1.15$ (kg)
Pórtico 1=Pórtico 2	1	Ø10	3	994	1044	3132	19.3
Pórtico 3=Pórtico 4	2	Ø10	3	994	994	2982	18.4
	3	Ø6	34	313	138	4692	10.4
Total + 10% (x4):							52.9
							Ø6: 45.6
							Ø10: 166.0
							Total: 211.6

Resumen Acero	Long. Total (m)	Peso+10% (kg)	Total
Plano de pórticos			
B500SD, $\gamma_s=1.15$	Ø6: 187.7	46	212
	Ø10: 244.6	166	

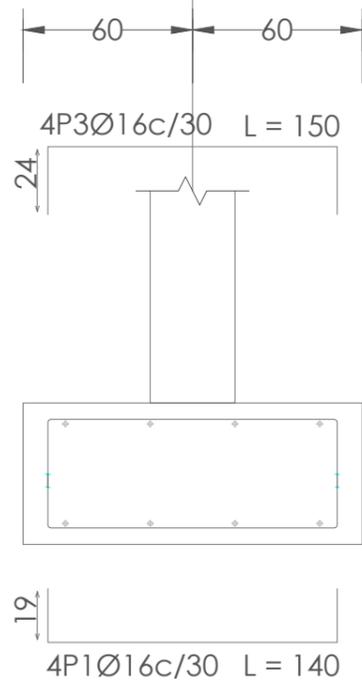
Detalle Losa Cimentación E: 1/150



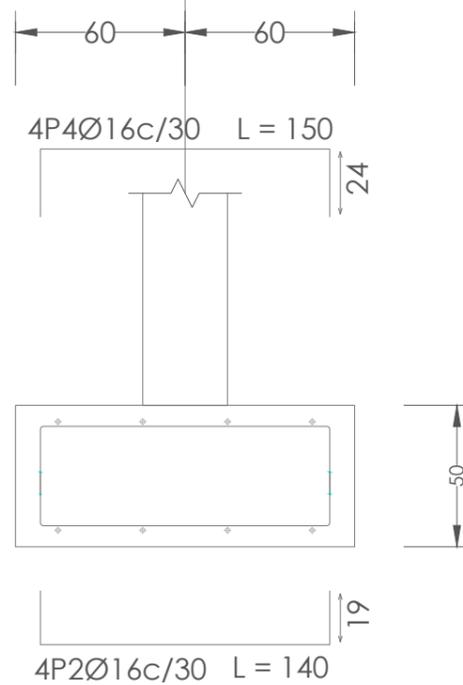
Detalle Losa Cimentación E: 1/100



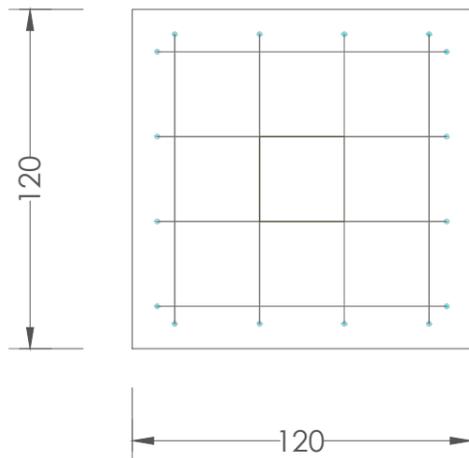
A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2 y C3



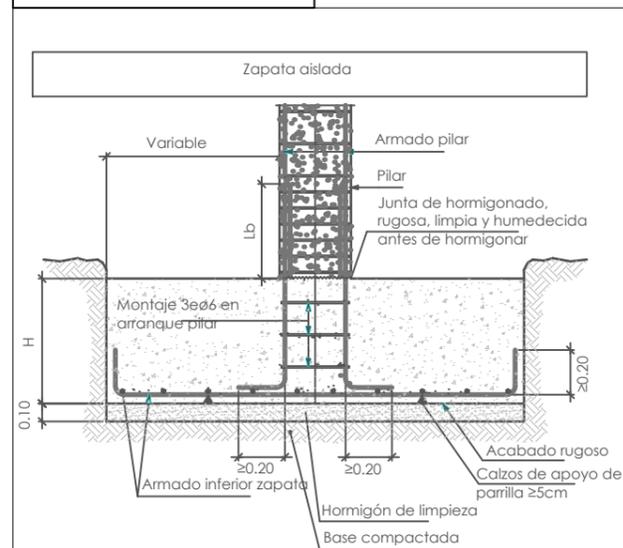
A1, A2, A3, B1, B2, C1, C2 y C3



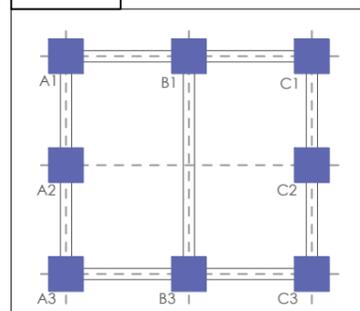
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 SD, Ys = 1.15 (kg)
A1 = A2 = A3 =	1	Ø16	4	140	560	8.8
B1 = B2 = C1 =	2	Ø16	4	140	560	8.8
C2 = C3	3	Ø16	4	150	600	9.5
	4	Ø16	4	150	600	9.5
	5	Ø16	4	149	596	9.4
	6	Ø6	3	106	318	0.7
Total + 10% (x8):						51.4 411.2
Ø6:						6.2
Ø16:						405.0
Total:						411.2



Detalle Zapata Aislada E: 1/100

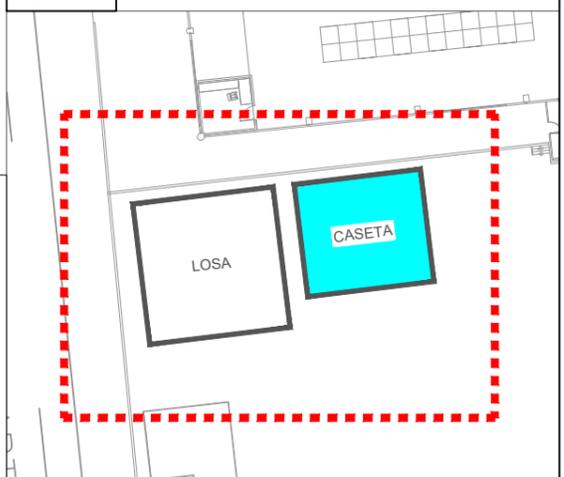


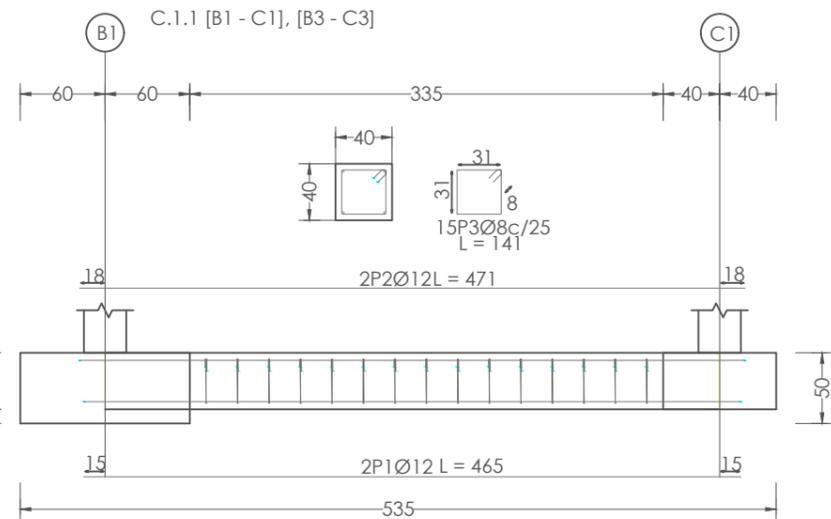
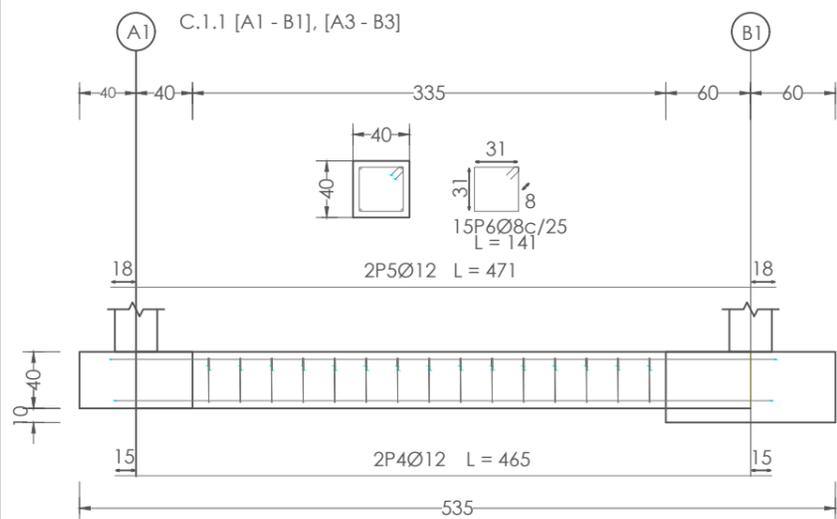
E: 1/500



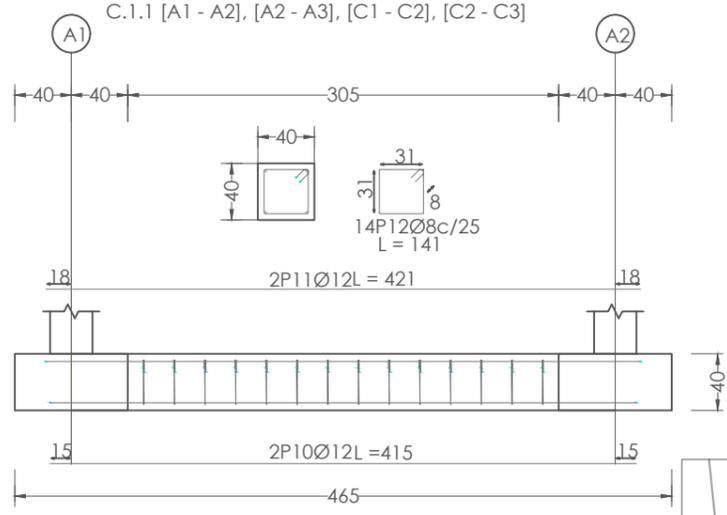
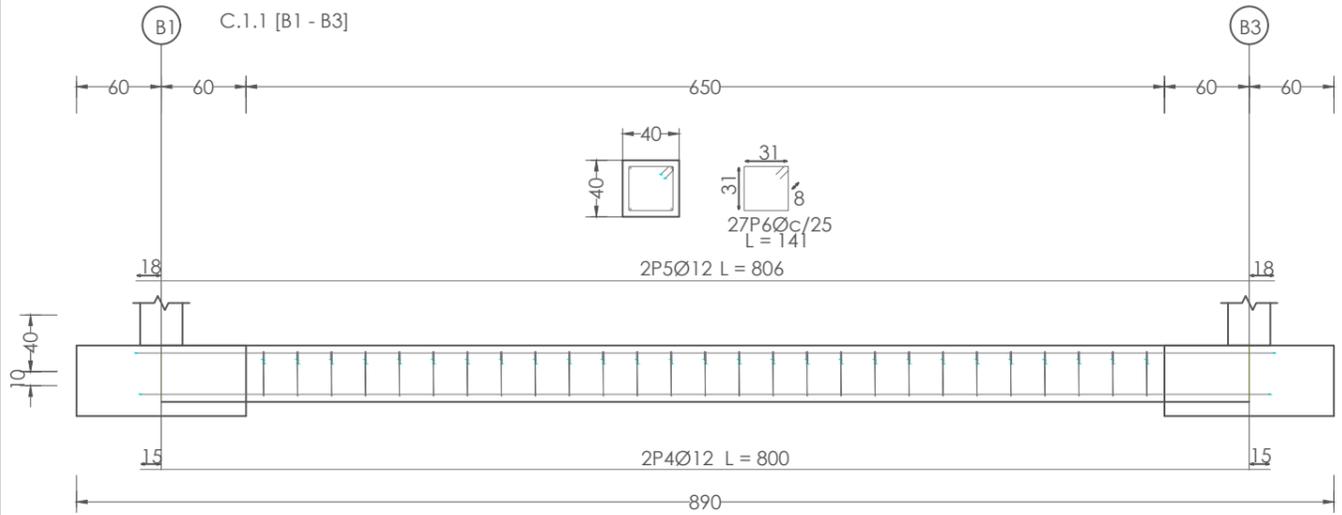
E: 1/500

\* Cotas en centímetros (cm)



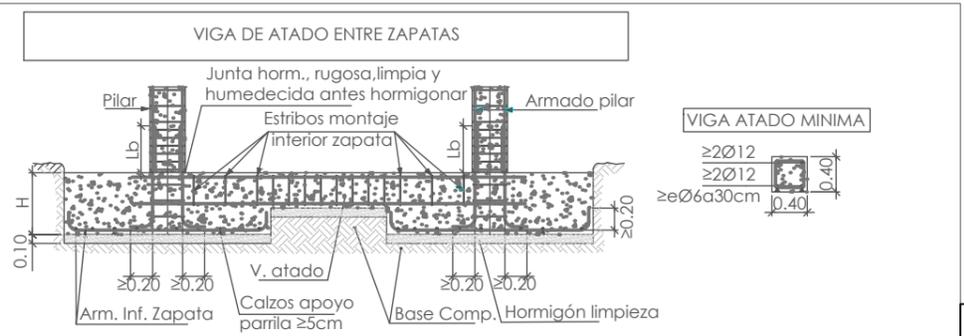


Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B500SD, Ys = 1.15 (kg)
C.1.1 [A1 - B1] C.1.1 [A3 - B3]	1	Ø12	2	465	930	8.3
	2	Ø12	2	471	942	8.4
	3	Ø8	15	141	2115	8.3
Total + 10% (x2):						27.5
						55.0
C.1.1 [B1 - C1] C.1.1 [B3 - C3]	4	Ø12	2	465	930	8.3
	5	Ø12	2	471	942	8.4
	6	Ø8	15	141	2115	8.3
Total + 10% (x2):						27.5
						55.0
C.1.1 [B1 - B3]	7	Ø12	2	800	1600	14.2
	8	Ø12	2	800	1612	14.3
	9	Ø8	27	141	3807	15.0
Total + 10% (x2):						47.9
C.1.1 [A1 - A2] C.1.1 [A2 - A3] C.1.1 [C1 - C2] C.1.1 [C2 - C3]	10	Ø12	2	415	830	7.4
	11	Ø12	2	421	842	7.5
	12	Ø8	14	141	1974	7.8
	Total + 10% (x4):					
						100.0
						Ø8:
						87.4
						Ø12:
						170.4
						Total:
						257.8

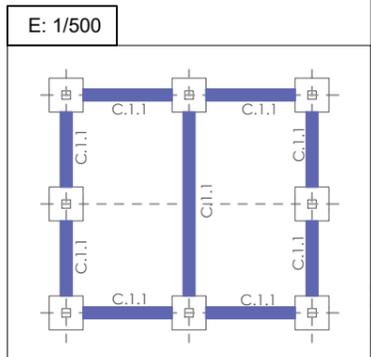


\* Cotas en centímetros (cm)

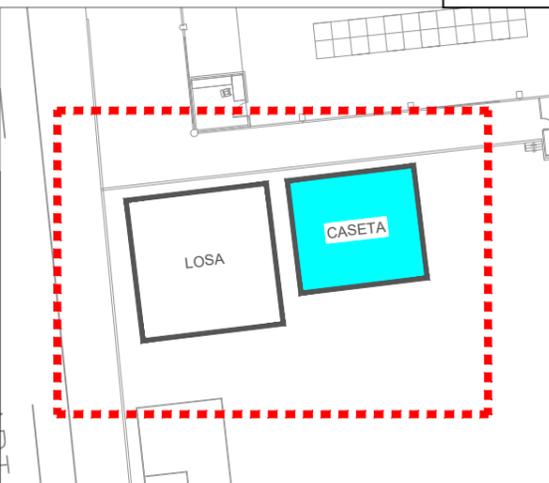
E: 1/500



Detalle Viga de Atado E: 1/200

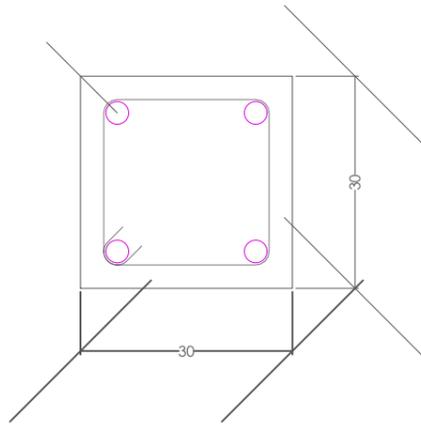


E: 1/500



A1 = A2 = A3 = B1 = B2 = C1 = C2 = C3

Ø16



24

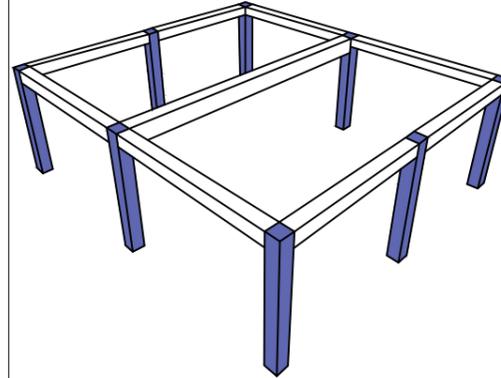
1Ø6 (102)

Arm. Long.: 4Ø16  
Arranque: 4Ø16

Estribos: Ø6

Intervalo (cm)	Nº	Separación (cm)
210 a 300	9	10
60 a 210	8	20
0 a 60	10	6
Arranque	3	--

CUBIERTA



E: 1/500

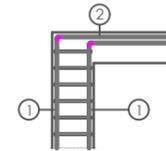
Características de los materiales - Pilares

Materiales	Hormigón								Acero		
	Control		Características						Control	Características	
	Nivel Control	Coef. Pandeo	Tipo	Consistencia	Tamaño Máx. Árido	Exposición Ambiente	Recubrimiento	Recubrimiento Nominal sobre el terreno	Nivel Control	Coef. Pandeo	Tipo
Pilares	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25	P / B	20/30 mm	XC2	5 cm	5 cm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B 500 SD
	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-...	P / B	20/30 mm				Normal	$\gamma_s=1.15$	B ... S
	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-...	P / B	20/30 mm				Normal	$\gamma_s=1.15$	B ... S
	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-...	P / B	20/30 mm				Normal	$\gamma_s=1.15$	B ... S

Notas

- Control INDIRECTO, código estructural
- Solapes según Código Estructural

Recubrimientos nominales (\*)



- 1.- Recubrimientos laterales 3 cm
- 2.- Recubrimiento superior última planta 3 cm

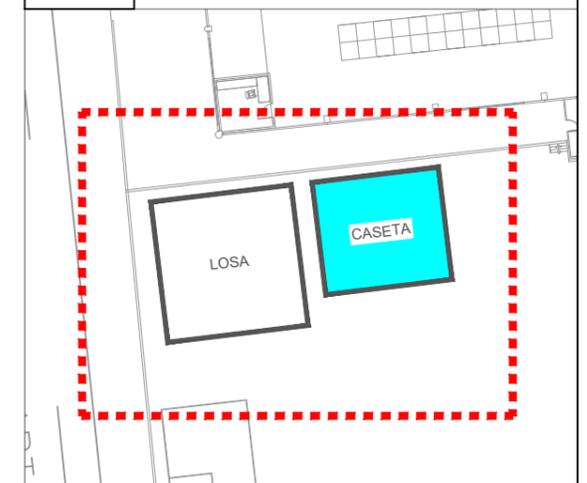
(\*) Recubrimientos nominales recomendados para estructuras en exposición/ambiente I y sin protección especial contra incendios

E: 1/200

CIMENTACIÓN

Resumen Acero Cuadro de Pilares	Long. Total (m)	Peso + 10% (kg)	Total
B 500 SD, $\gamma_s = 1.15$	Ø6	252.7	62
	Ø16	139.0	249.2
			311.2

E: 1/500



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup> Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA SUS EQUIPOS

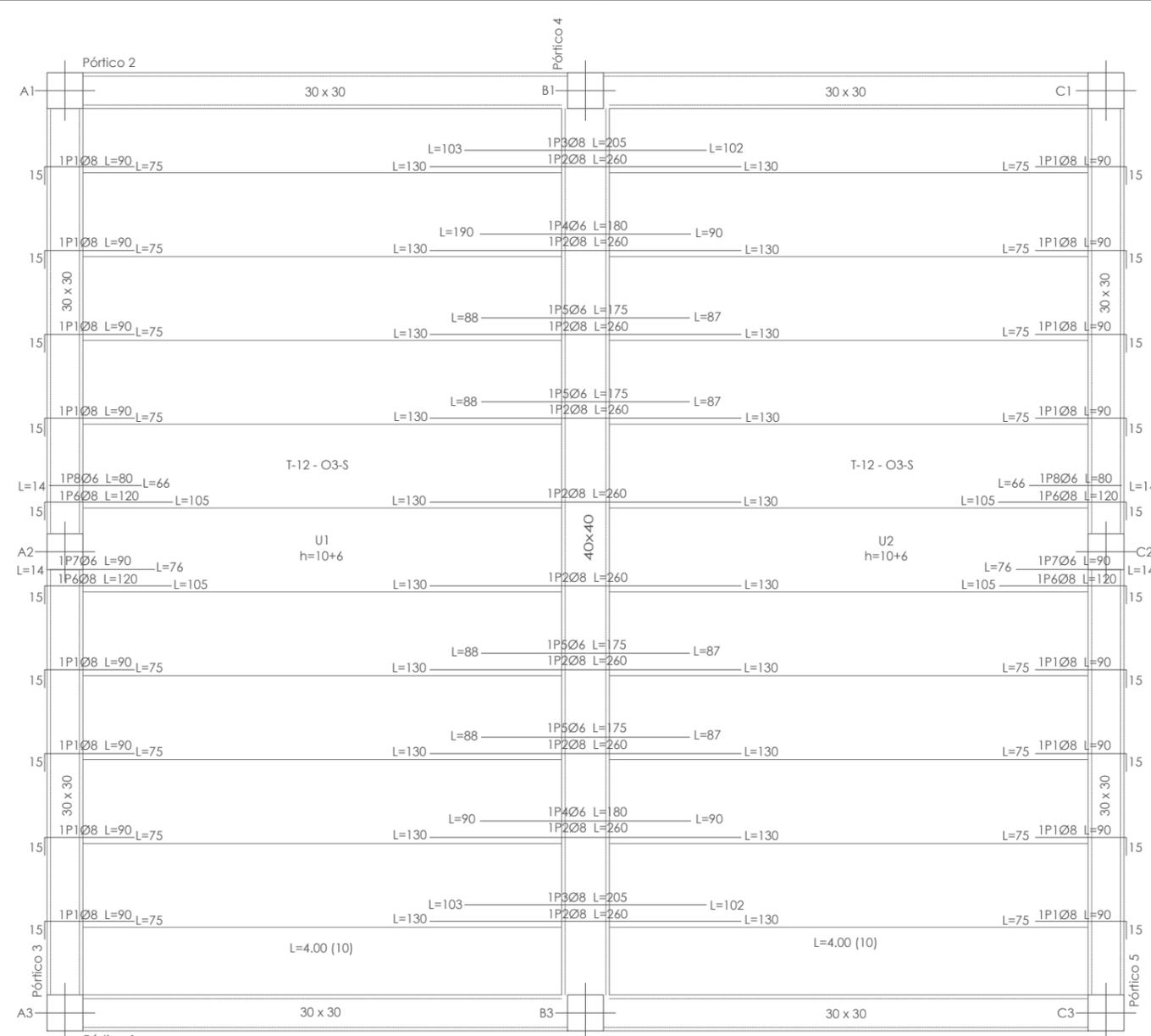
Plano: Estructura. Cuadro Pilares

Autor: Noelia López Montero

Fecha: Septiembre 2024

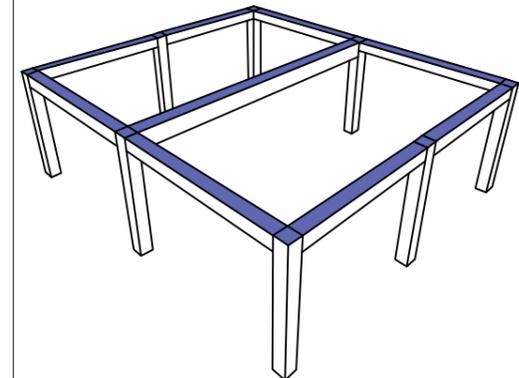
Escala: 1:20

E.06



Resumen Acero Cubierta Replanteo	Long. total (m)	Peso + 10% (kg)	Total
B 500 SD, Ys = 1.15 Ø6	14.0	3	
Ø8	49.3	21	24

\* Cotas en centímetros (cm)



E: 1/500

Tabla de características de forjados de viguetas

FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS  
 Fabricante: VIGUETAS VAPORPESA TIPO T-12  
 Tipo de bovedilla: De hormigón  
 Canto del forjado: 16 = 10 + 6 (cm)  
 Intereje: 70 cm (simple) y 81 cm (doble)  
 Hormigón obra: HA - 25, Yc = 1.5  
 Hormigones viguetas: HA - 40, Yc = 1.5  
 Acero pretensar: Y 1860 C  
 Aceros negativos: B 500 SD, Ys = 1.15  
 Peso propio: 2.75 kN/m<sup>2</sup> (simple) y 2.90 kN/m<sup>2</sup> (doble)  
 NOTA 1: El fabricante indicará los apuntalados necesarios y la separación entre sopandas.  
 NOTA 2: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizas.

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 SD, Ys = 1.15 (kg)	
Replanteo	1	Ø8	16	90	1440	5.7	
	2	Ø8	10	260	2600	10.3	
	3	Ø8	2	205	410	1.6	
	4	Ø6	2	180	360	0.8	
	5	Ø6	4	175	700	1.6	
	6	Ø8	4	120	480	1.9	
	7	Ø6	2	90	180	0.4	
	8	Ø6	2	80	160	0.4	
Total + 10%:						25.0	
						Ø6:	3.5
						Ø8:	21.5
						Total:	25.0

Características de los materiales - Forjados Unidireccionales

Elemento Zona / Planta	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Pande.	Características Tipo	Consist.	Tamaño máx. Grádo	Exp. Amb.	Nivel Control	Coef. Pande.	Características Tipo
Pórticos	Estadístico	γ c=1.5	HA-25	P / B	20/30mm	XC2	Normal	γ s=1.15	B500SD
	Estadístico	γ c=1.5	HA-...	P / B	20/30mm		Normal	γ s=1.15	B ... S
	Estadístico	γ c=1.5	HA-...	P / B	20/30mm		Normal	γ s=1.15	B ... S
	Estadístico	γ c=1.5	HA-...	P / B	20/30mm		Normal	γ s=1.15	B ... S

Notas  
 - Control INDIRECTO, código estructural  
 - Solapes según Código Estructural

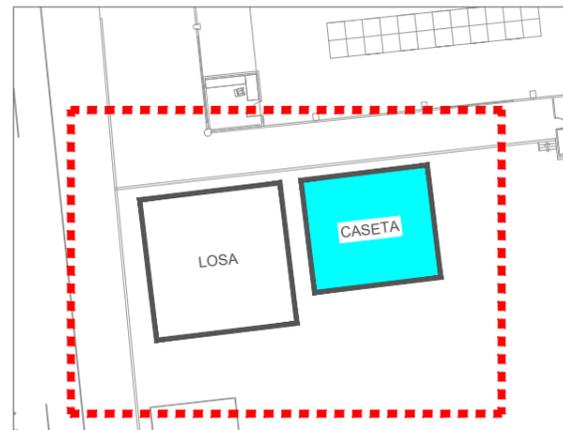
Datos del Forjado - Planta Cubierta - Sección Tipo

Recubrimientos nominales (\*)

Negativos vigueta:  
 1.- Superior: 3 cm  
 2.- Lateral en borde: 3cm  
 Vigas planas:  
 3.- Superior: 3.5cm  
 4.- Lateral en borde: 5cm (para la correcta colocación de la pata de la armadura superior perpendicular)  
 5.- Inferior: 3cm  
 Vigas descolgadas del forjado:  
 6.- Superior: 3.5cm  
 7.- Lateral: 3cm  
 8.- Inferior: 3cm

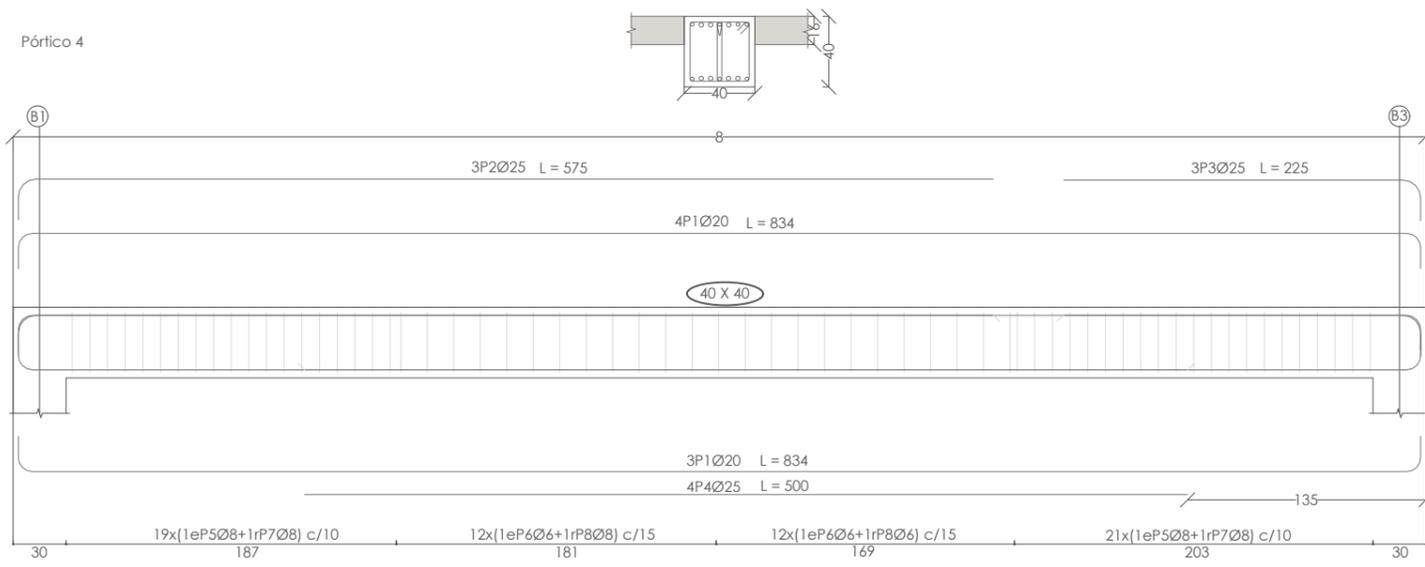
(\*) Recubrimientos nominales recomendados para estructuras sin protección especial contra incendios

E: 1/200



E: 1/500





Características de los materiales - Forjados Unidireccionales										
Materiales	Hormigón						Acero			
	Nivel Control	Coef. Pande.	Tipo	Consist.	Tamaño máx. grido	Exp. Amb.	Nivel Control	Coef. Pande.	Características	
Pórticos	Estadístico	c=1.5	HA-25	P / B	20/30mm	XC2	Normal	γ s=1.15	B500SD	
	Estadístico	c=1.5	HA-...	P / B	20/30mm		Normal	γ s=1.15	B ... S	
	Estadístico	c=1.5	HA-...	P / B	20/30mm		Normal	γ s=1.15	B ... S	
	Estadístico	c=1.5	HA-...	P / B	20/30mm		Normal	γ s=1.15	B ... S	

**Notas**

- Control INDIRECTO, código estructural
- Solapes según Código Estructural

**Datos del Forjado - Planta Cubierta - Sección Tipo**

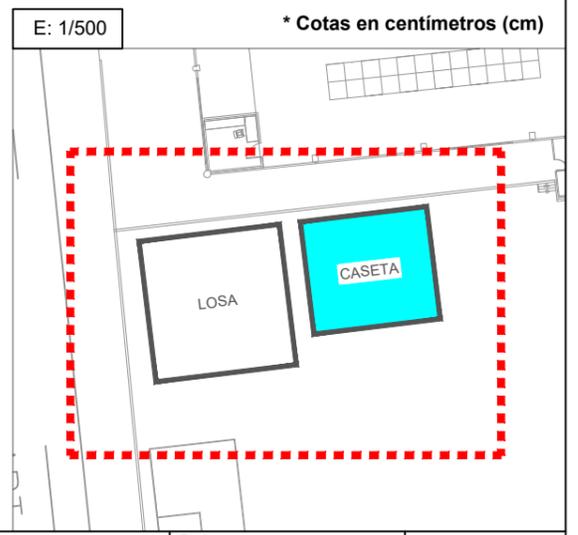
**Recubrimientos nominales (\*)**

Negativos vigüeta:  
 1.- Superior: 3 cm  
 2.- Lateral en borde: 3cm  
 Vigüetas planas:  
 3.- Superior: 3.5cm  
 4.- Lateral en borde: 5cm (para la correcta colocación de la pata de la armadura superior perpendicular)  
 5.- Inferior: 3cm  
 Vigüetas descolgadas del forjado:  
 6.- Superior: 3.5cm  
 7.- Lateral: 3cm  
 8.- Inferior: 3cm

(\*) Recubrimientos nominales recomendados para estructuras sin protección especial contra incendios

E: 1/200

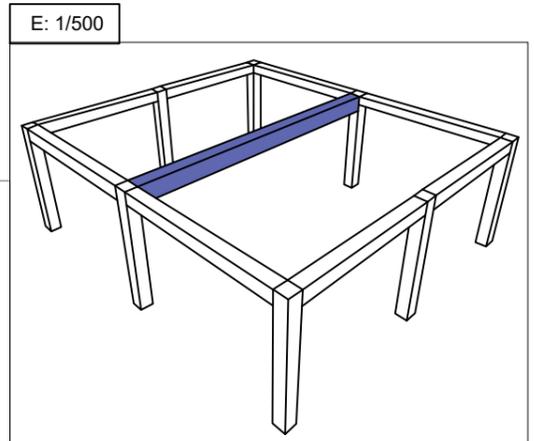
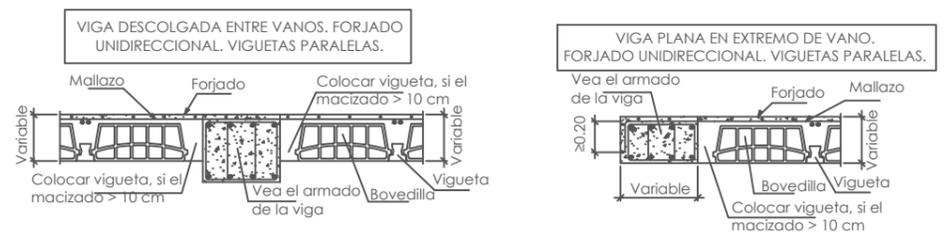
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B500SD, γs=1.15 (kg)
Pórtico 4	1	Ø20	7	794	834	5838	144.0
	2	Ø25	3	552	575	1725	66.5
	3	Ø25	3	202	225	675	26.0
	4	Ø25	4	500	500	2000	77.1
	5	Ø8	40	33	149	5960	23.5
	6	Ø6	24	33	146	3504	7.8
	7	Ø8	40	66	82	3280	12.9
	8	Ø6	24	67	79	1896	4.2
						Total + 10%:	398.2
						Ø6:	13.2
						Ø8:	40.0
						Ø20:	158.4
						Ø25:	186.6
						Total:	398.2



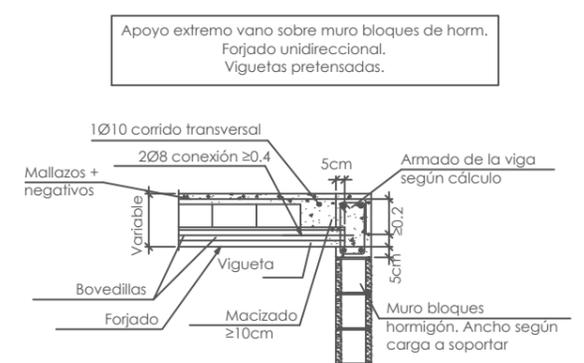
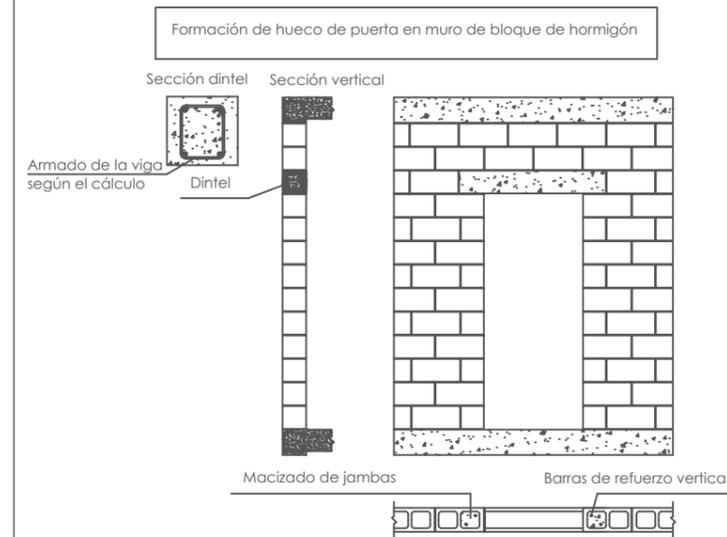
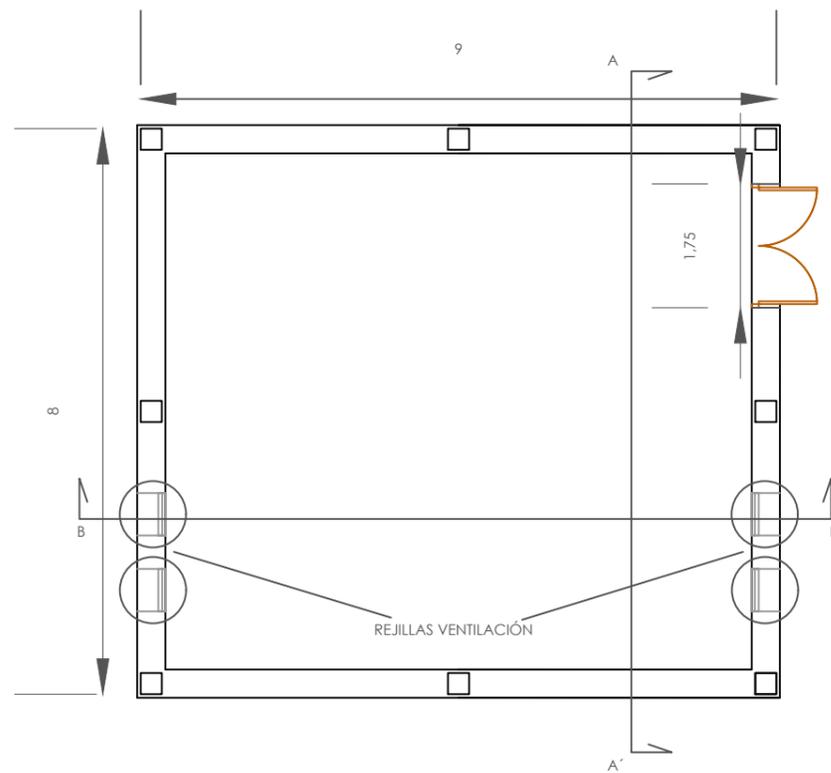
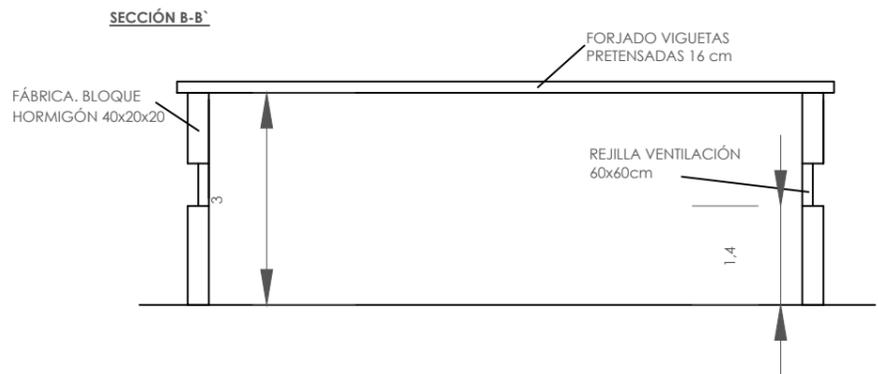
E: 1/500

\* Cotas en centímetros (cm)

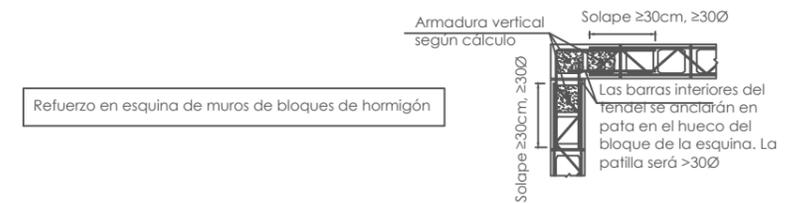
E: 1/1000



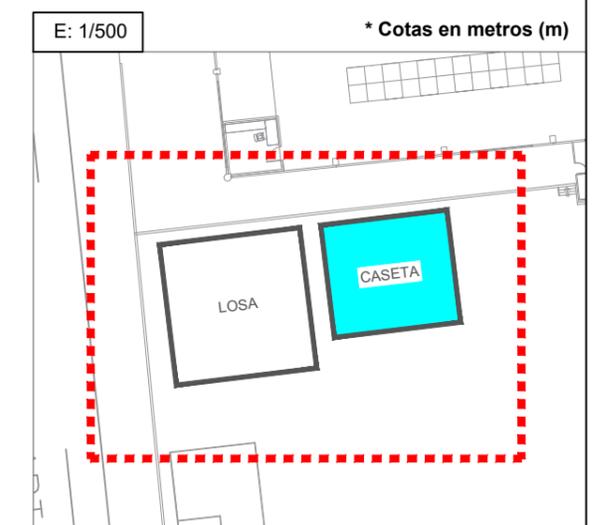
E: 1/500

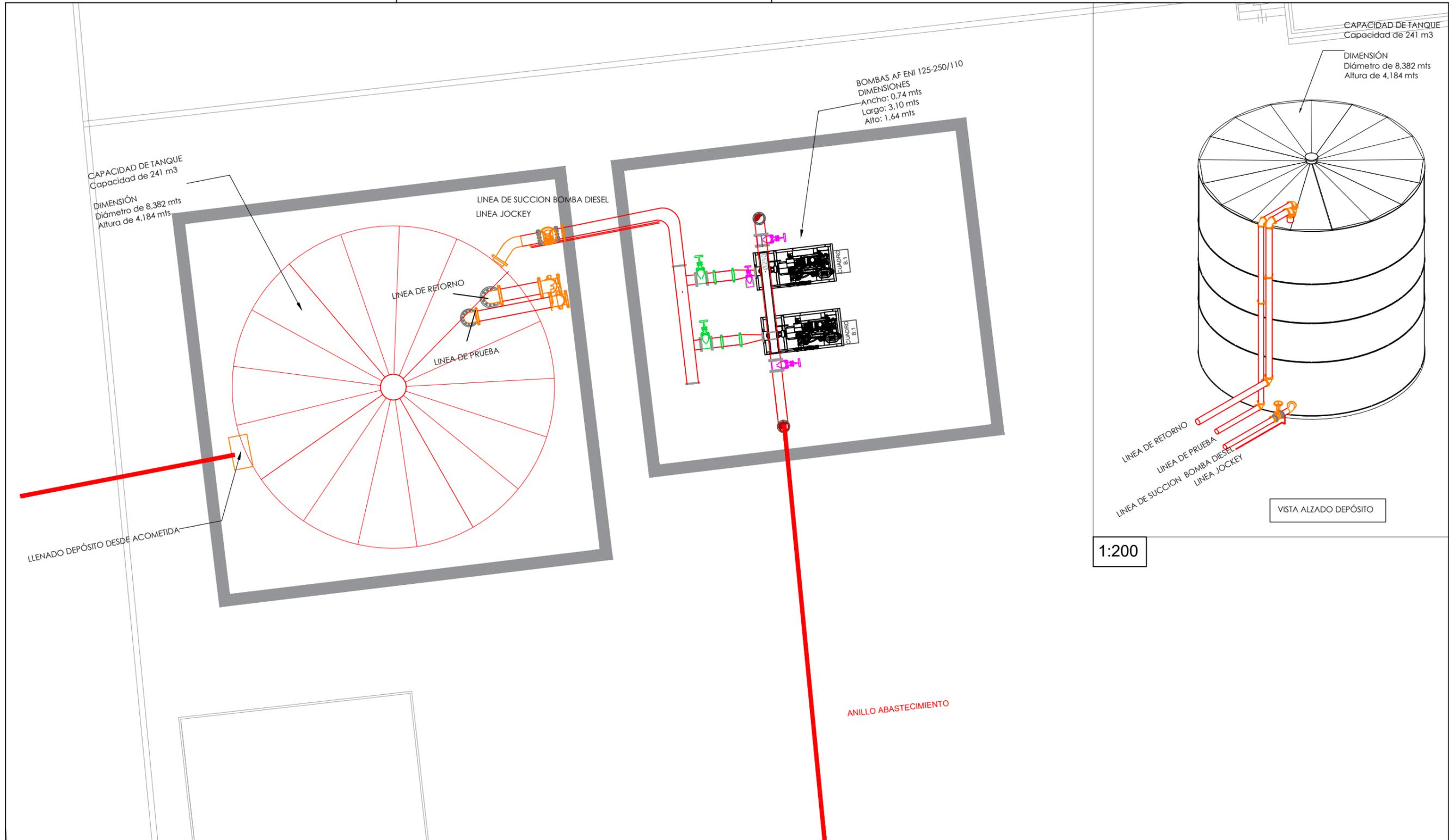


Nota: La única forma de hacer penetrar la vigueta en el zuncho de unos 5cm es descolgar el zuncho bajo el forjado sobre el apoyo también unos 5cm.



Detalles Constructivos E: 1/200





CAPACIDAD DE TANQUE  
Capacidad de 241 m<sup>3</sup>  
DIMENSIÓN  
Diámetro de 8,382 mts  
Altura de 4,184 mts

BOMBAS AF ENI 125-250/110  
DIMENSIONES  
Ancho: 0,74 mts  
Largo: 3,10 mts  
Alto: 1,64 mts

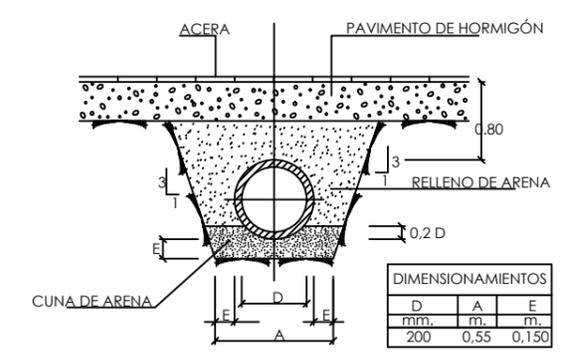
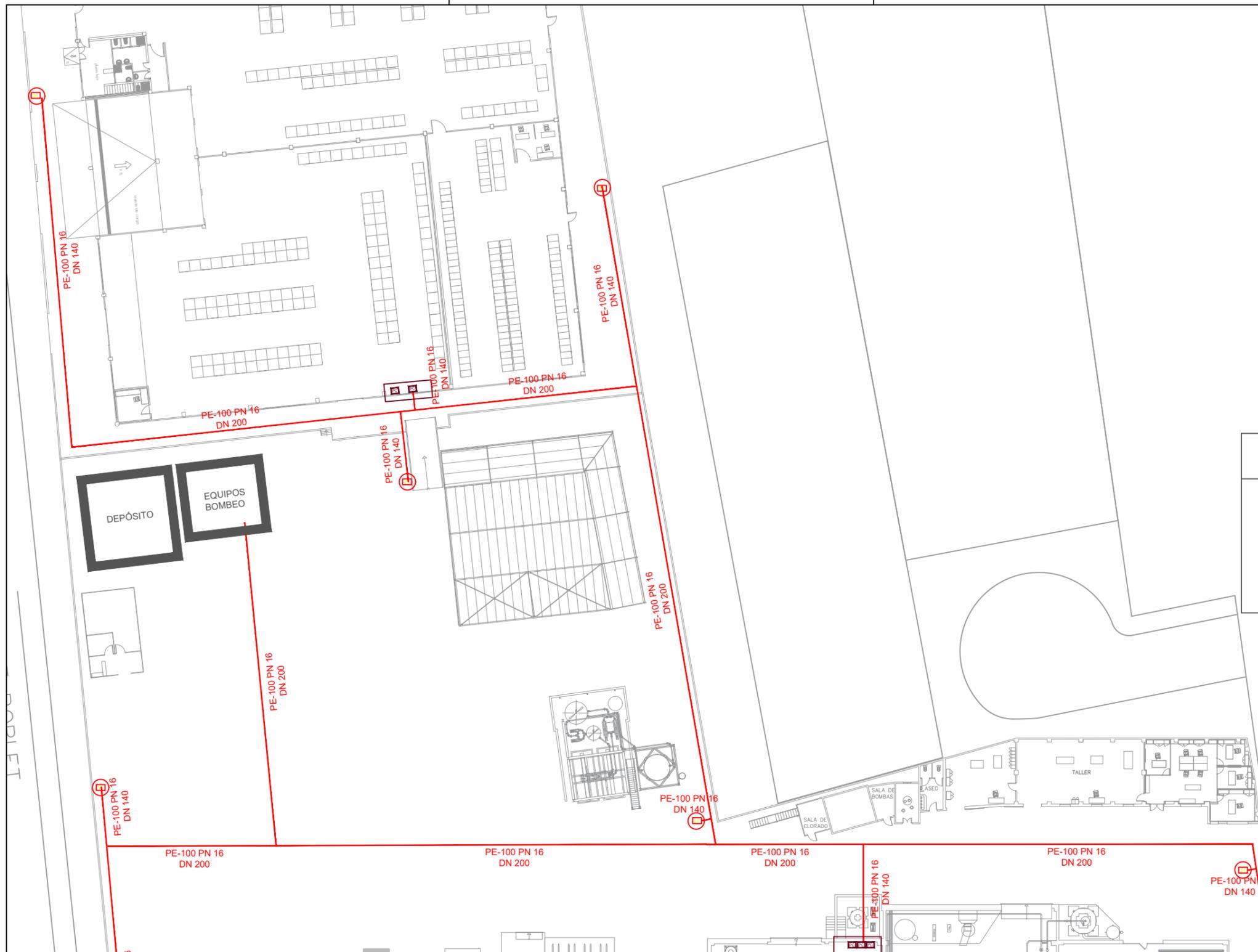
CAPACIDAD DE TANQUE  
Capacidad de 241 m<sup>3</sup>  
DIMENSIÓN  
Diámetro de 8,382 mts  
Altura de 4,184 mts

VISTA ALZADO DEPÓSITO

1:200

LLENADO DEPÓSITO DESDE ACOMETIDA

ANILLO ABASTECIMIENTO

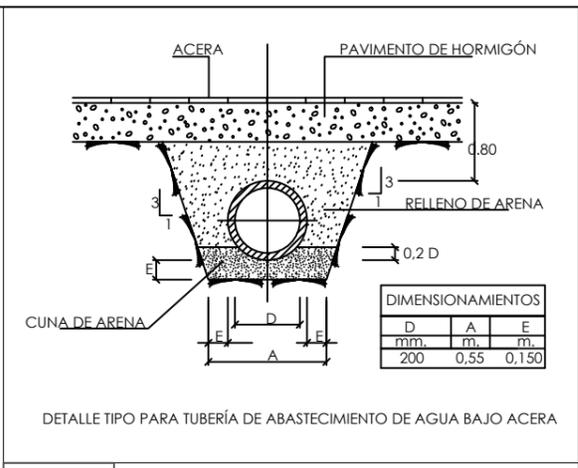
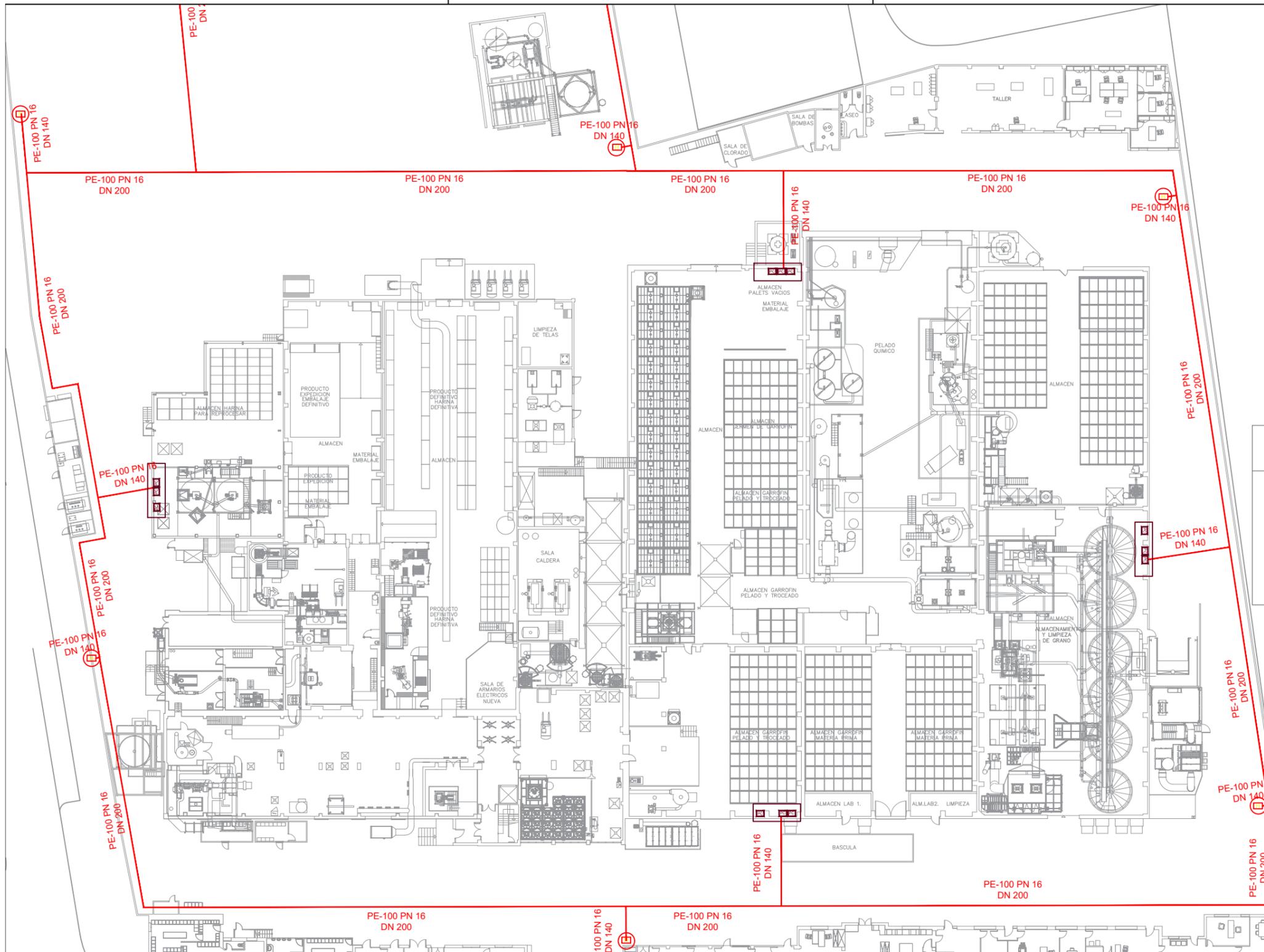


DETALLE TIPO PARA TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA BAJO ACERA

1:2000

LEYENDA ELEMENTOS PCI

-  HIDRANTE
-  TUBERÍA ANILLO HIDRANTES
-  PUESTOS DE CONTROL



1:2000

LEYENDA ELEMENTOS PCI

- HIDRANTE
- TUBERÍA ANILLO HIDRANTES
- PUESTOS DE CONTROL



SECTOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m2)	RIESGO
1	NAVE 1 y 6	1.249,01	ALTO - 8
2	NAVE 2 y 5	1.313,51	ALTO - 6
3	NAVE 3 y 4	1.210,39	ALTO - 7
4	NAVE 7, 8 y 9	1.584,94	ALTO - 7
5	PLANTA MOLIENDA	801,15	ALTO - 6
6.1	OFICINAS Y VESTUARIOS	228,90	BAJO - 2
6.2	OFICINAS Y LABORATORIOS	437,85	BAJO - 2
6.3	OFICINAS Y CUARTOS TÉCNICOS	349,25	BAJO - 2
7	NAVE 10	3.222,40	MEDIO - 5

TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: **DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS**

Plano: **Sectores de Incendio**

Autor: **Noelia López Montero**

Fecha: **Septiembre 2024**

Escala: **1:1000**

Nº Plano:

**1.03**

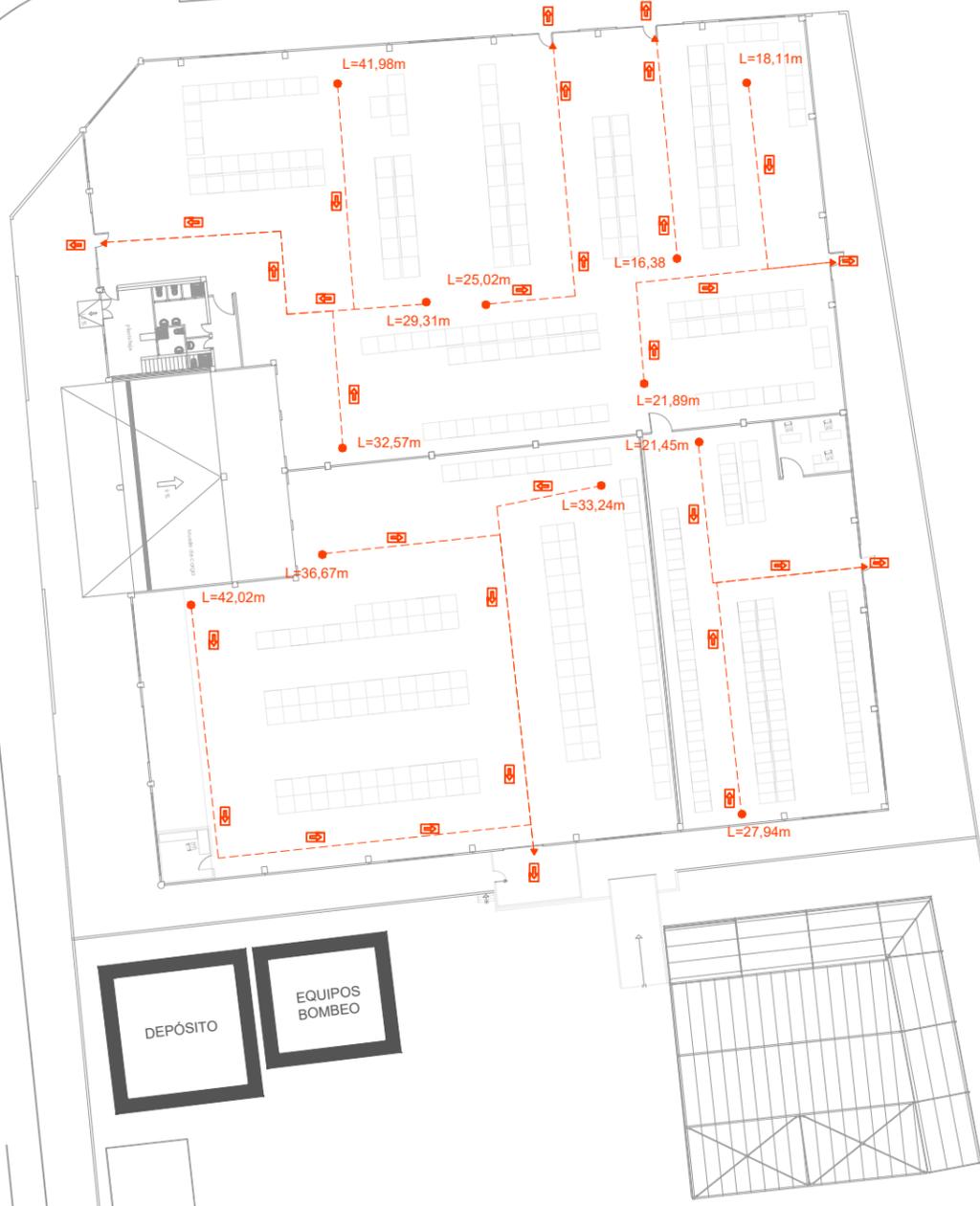


SECTOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m2)	RIESGO	RF
1	NAVE 1 y 6	1.249,01	ALTO - 8	R 90
2	NAVE 2 y 5	1.313,51	ALTO - 6	R 90
3	NAVE 3 y 4	1.210,39	ALTO - 7	R 90
4	NAVE 7, 8 y 9	1.584,94	ALTO - 7	R 90
5	PLANTA MOLIENDA	801,15	ALTO - 6	R 90
6.1	OFICINAS Y VESTUARIOS	228,90	BAJO - 2	R 30
6.2	OFICINAS Y LABORATORIOS	437,85	BAJO - 2	R 30
6.3	OFICINAS Y CUARTOS TÉCNICOS	349,25	BAJO - 2	R 30
7	NAVE 10	3.222,40	MEDIO - 5	R 60

LEYENDA RESISTENCIA AL FUEGO	
	R 30 (EF - 30)
	R 60 (EF - 60)
	R 90 (EF - 90)

CARRER LLEBEIG

CALLE QUART D



SECTOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (m2)	RIESGO	LONGITUD MÁXIMA (m)
1	NAVE 1 y 6	1.249,01	ALTO - 8	25
2	NAVE 2 y 5	1.313,51	ALTO - 6	25
3	NAVE 3 y 4	1.210,39	ALTO - 7	25
4	NAVE 7, 8 y 9	1.584,94	ALTO - 7	25
5	PLANTA MOLIENDA	801,15	ALTO - 6	25
6.1	OFICINAS Y VESTUARIOS	228,90	BAJO - 2	50
6.2	OFICINAS Y LABORATORIOS	437,85	BAJO - 2	50
6.3	OFICINAS Y CUARTOS TÉCNICOS	349,25	BAJO - 2	50
7	NAVE 10	3.222,40	MEDIO - 5	25

LEYENDA RECORRIDOS PCI

- INICIO RECORRIDO EVACUACIÓN
- - - RECORRIDO EVACUACIÓN
- ⇨ SENTIDO RECORRIDO EVACUACIÓN
- ▶ FINAL RECORRIDO EVACUACIÓN





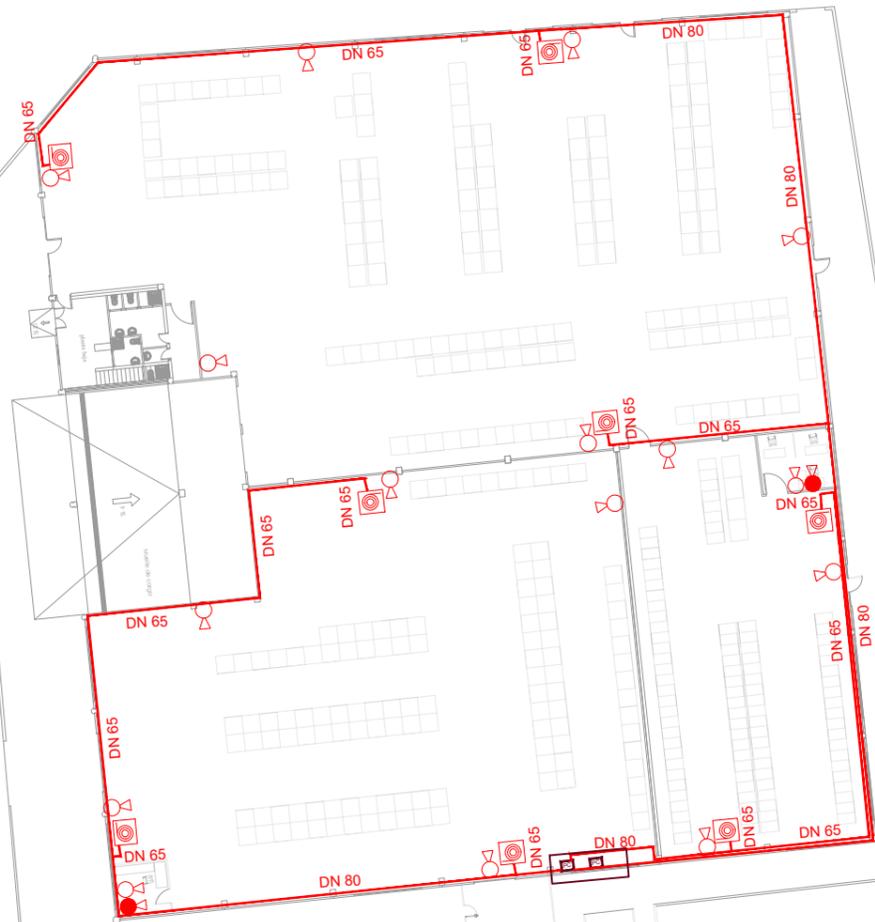
LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	PULSADOR MANUAL

<p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p> <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA</p>	Proyecto: <b>DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup> Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA SUS EQUIPOS</b>	Plano: <b>Detección Manual. Pulsadores</b>	Fecha: <b>Septiembre 2024</b>	Nº Plano: <b>1.06</b>
		Autor: <b>Noelia López Montero</b>	Escala: <b>1:1000</b>	

CARRER LLEBEIG

CALLE QUART D

LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO RED DE BIES
	PUESTOS DE CONTROL
	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA
	EXTINTOR DE POLVO ABC
	EXTINTOR DE CO2



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: **DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS**

Plano: **Extinción. Extintores y Red de BIEs I**

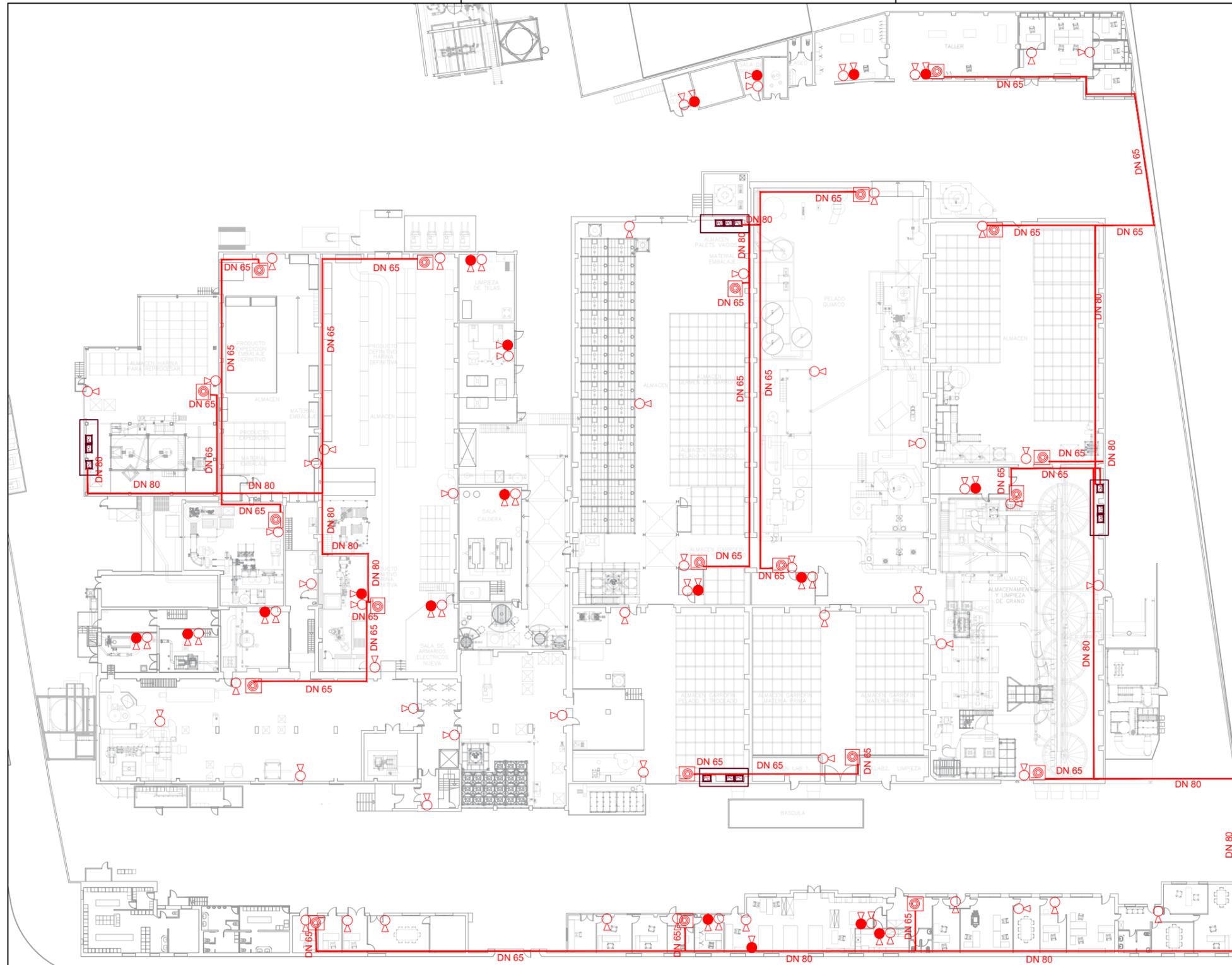
Autor:  
**Noelia López Montero**

Fecha:  
**Septiembre 2024**

Escala:  
**1:500**

Nº Plano:

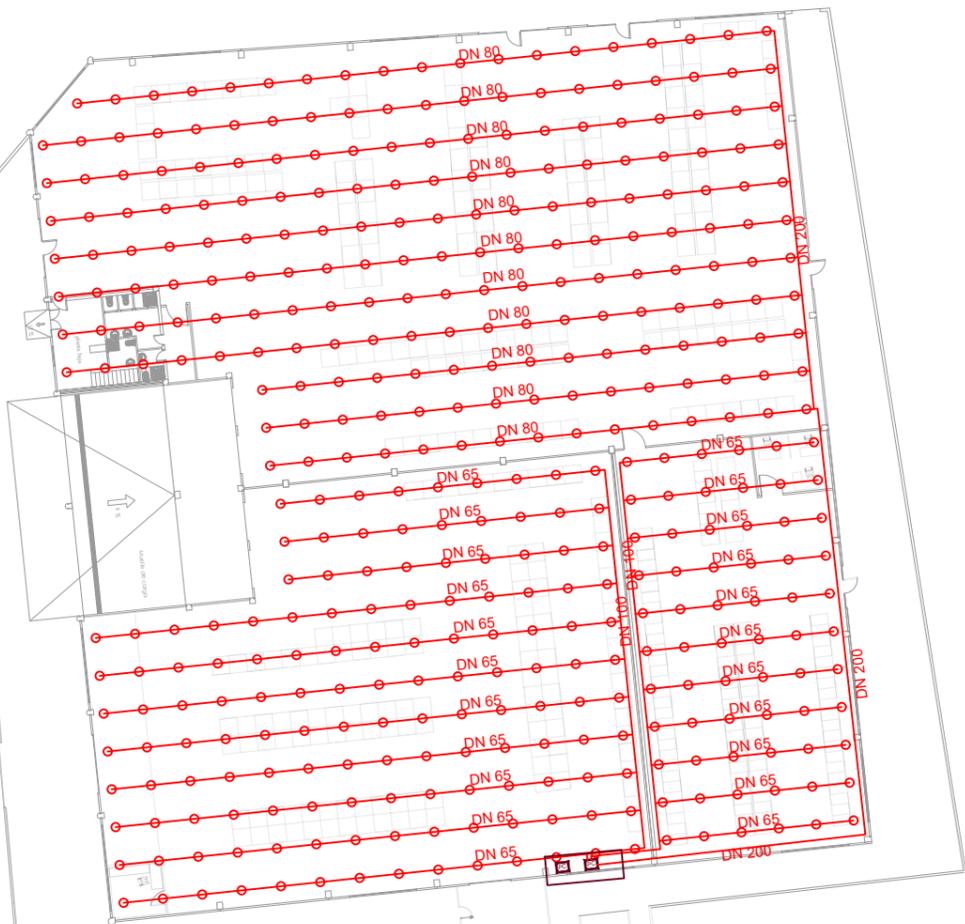
**I.07.1**



LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	TUBERÍA RED DE BIES
	PUESTOS DE CONTROL
	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA
	EXTINTOR DE POLVO ABC
	EXTINTOR DE CO2

CARRER LLEBEIG

CALLE QUART D



LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO RED DE ROCIADORES
	PUESTOS DE CONTROL
	ROCIADOR AUTOMÁTICO CUBIERTA K-80

TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



Proyecto: DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS

Plano: Extinción. Red de Rociadores Cubierta I  
Autor: Noelia López Montero

Fecha: Septiembre 2024  
Escala: 1:500

Nº Plano: 1.08.1



LEYENDA ELEMENTOS PCI

- TUBERÍA ACERO GALVANIZADO RED DE ROCIADORES
- PC PUESTOS DE CONTROL
- ROCIADOR AUTOMÁTICO CUBIERTA K-80

AVINGUDA D'ESPIOCA - VIA AUGUSTA

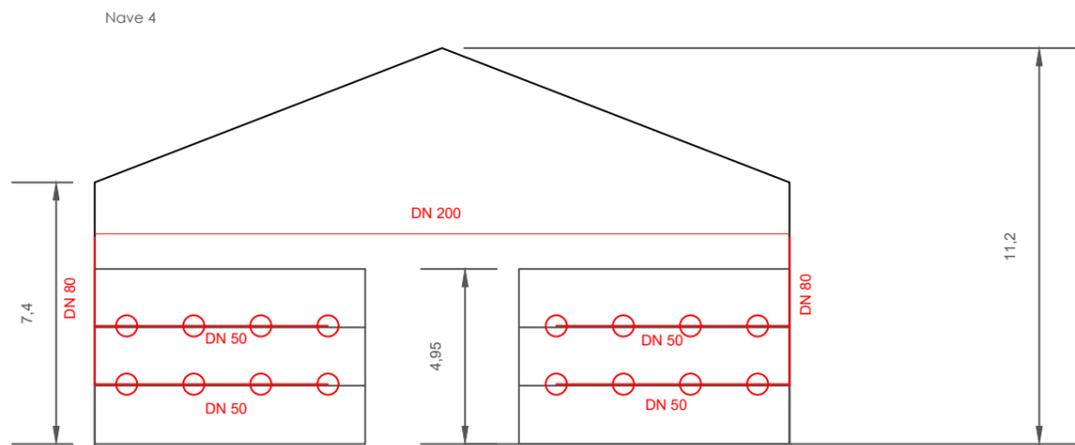
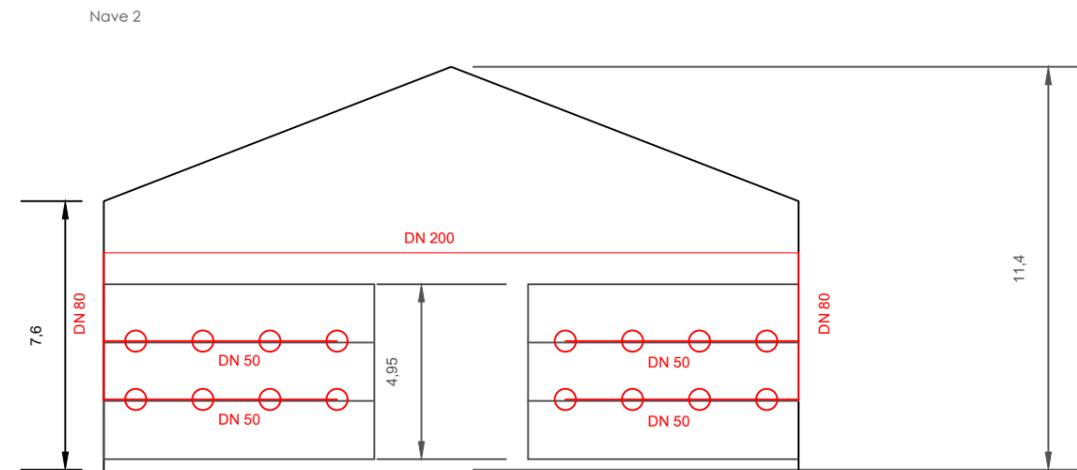
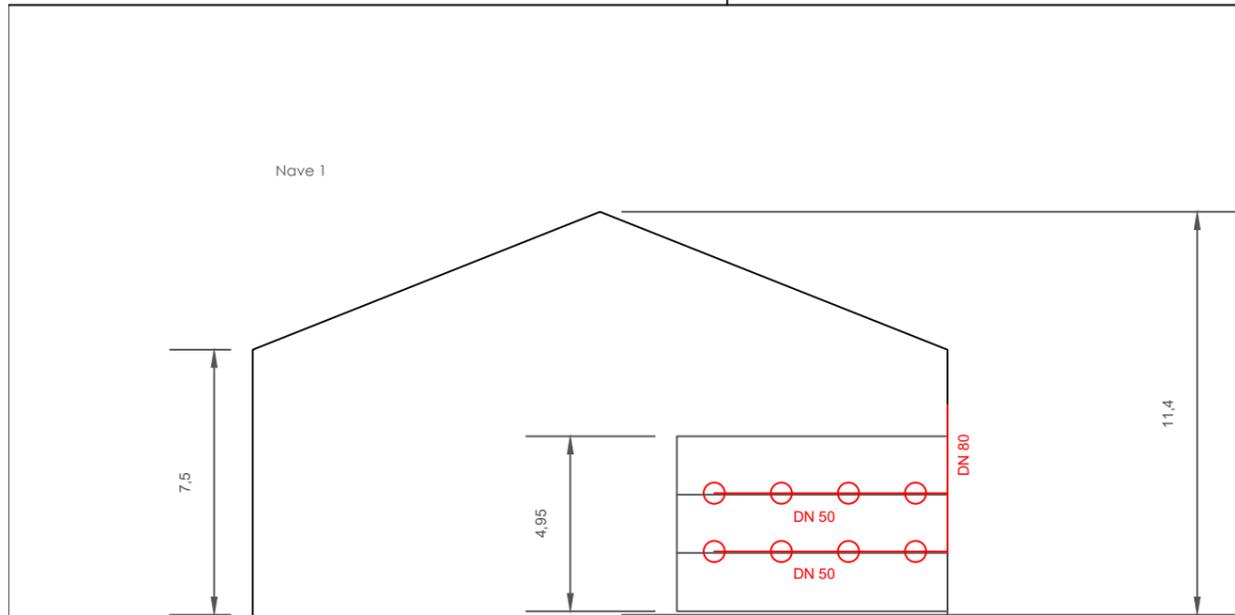
 <p><b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b></p>	 <p><b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA</b></p>	<p>Proyecto: <b>DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup> Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA SUS EQUIPOS</b></p>	Plano: <b>Extinción. Red de Rociadores Cubierta II</b>	Fecha: <b>Septiembre 2024</b>	Nº Plano:
			Autor: <b>Noelia López Montero</b>	Escala: <b>1:500</b>	1.08.2



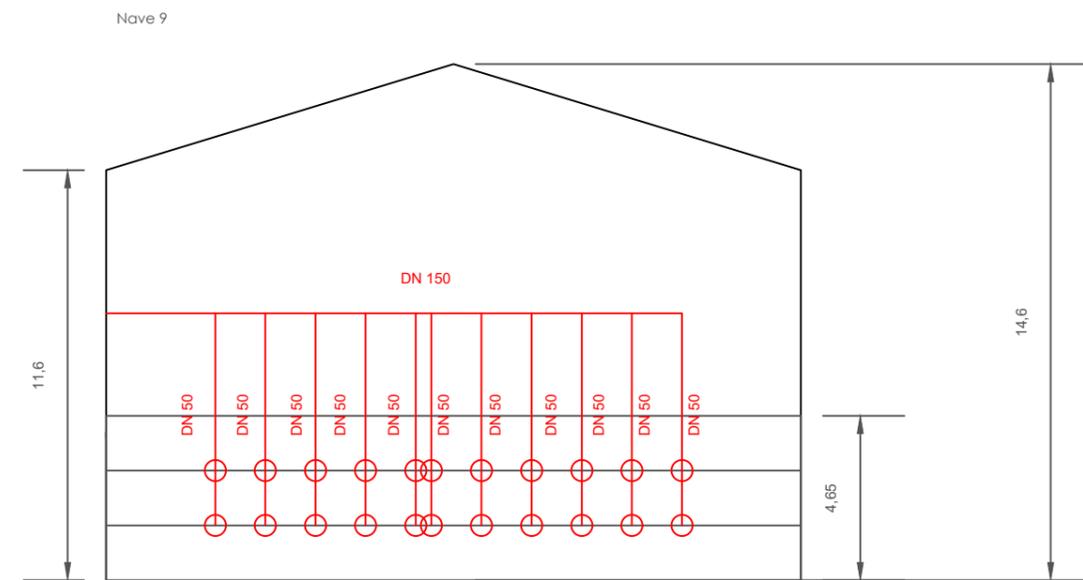
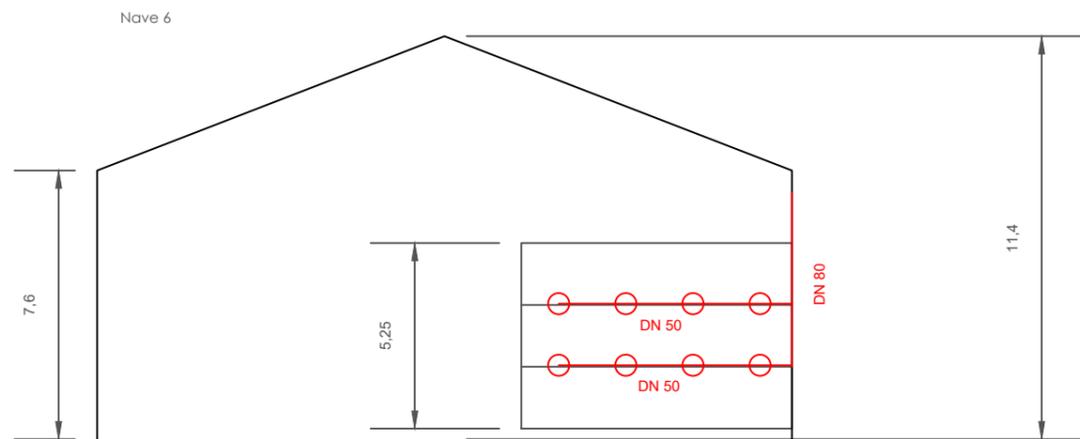
LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO RED DE ROCIADORES
	PUESTOS DE CONTROL
	ROCIADOR AUTOMÁTICO INTERMEDIO K-80

AVINGUDA D'ESPIOCA – VIA AUGUSTA

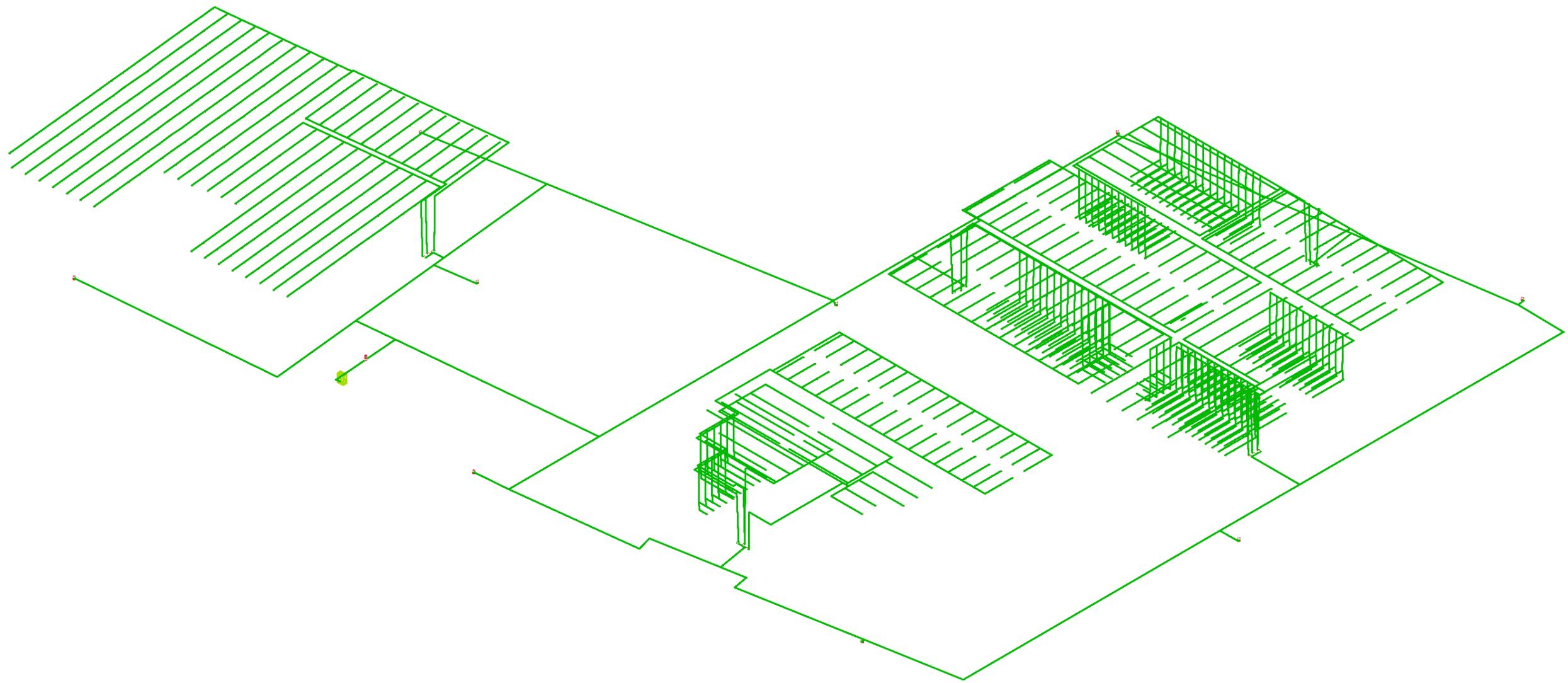
 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA</b>	Proyecto: <b>DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup> Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA SUS EQUIPOS</b>	Plano: <b>Extinción, Red de Rociadores Intermedios</b>	Fecha: <b>Septiembre 2024</b>	Nº Plano:
		Autor: <b>Noelia López Montero</b>	Escala: <b>1:500</b>	<b>I.09.1</b>



LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO RED DE ROCIADORES
	ROCIADOR AUTOMÁTICO INTERMEDIO K-80



LEYENDA ELEMENTOS PCI	
	TUBERÍA ACERO GALVANIZADO RED DE ROCIADORES
	ROCIADOR AUTOMÁTICO INTERMEDIO K-80



TRABAJO FINAL DE MÁSTER EN CONSTRUCCIONES E  
INSTALACIONES INDUSTRIALES



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DISEÑO INSTALACIÓN PCI PARA  
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL DE 20.000m<sup>2</sup>  
Y ESTRUCTURA DE CASETA Y LOSA PARA  
SUS EQUIPOS

Plano: Esquema 3D. Sistema de Rociadores

Autor:  
Noelia López Montero

Fecha:  
Septiembre 2024

Escala:  
1:500

Nº Plano:

I.10



# PLIEGO DE CONDICIONES

“Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)”

NOELIA LÓPEZ MONTERO

## Índice del Pliego de Condiciones

1.	Ejecución y documentación .....	3
1.1.	Ejecución de la obra .....	3
1.2.	Principio de subsidiariedad .....	3
1.3.	Aceptación del Pliego de Condiciones .....	3
1.4.	Compatibilidad y orden de prioridades en los documentos .....	3
1.5.	Modificación del proyecto .....	4
2.	Condiciones de ejecución .....	4
2.1.	Obligaciones y derechos del contratista .....	4
2.1.1.	Programa de trabajos e instalaciones auxiliares .....	5
2.1.2.	Marcha de los trabajos y gastos a cargo del contratista .....	5
2.2.	Inspección y control de obras .....	6
2.2.1.	Libro de órdenes, asistencias e incidencias .....	6
2.2.2.	Determinación y gestión de obra defectuosa .....	6
2.2.3.	Inspección de las obras y obras no previstas .....	7
2.3.	Personal y seguridad en la obra .....	7
2.3.1.	Personal de la obra .....	7
2.3.2.	Plazo para comenzar las obras .....	7
2.3.3.	Medidas de seguridad y subcontratación .....	7
2.4.	Certificación y abono de obras .....	8
2.4.1.	Certificación y abono de las obras incompletas o defectuosas .....	8
2.4.2.	Conservación durante la ejecución y plazo de garantía .....	8
2.4.3.	Recepción y responsabilidad por vicios ocultos .....	9
3.	Condiciones técnicas generales .....	9
3.1.	Organización de la obra y accesos .....	9
3.2.	Materiales y medios auxiliares .....	11
3.2.1.	Comprobación de acometidas generales de obra .....	11
3.2.2.	Comprobación de servidumbre y ensayos de control de materiales y calidad de ejecución .....	11
4.	Condiciones de ejecución de las unidades de obra .....	12
4.1.	Actuaciones previas y cimentación .....	12

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

4.1.1.	Derribos.....	12
4.1.2.	Movimientos de tierras.....	14
4.1.3.	Zanjas y pozos.....	16
4.1.4.	Losas de cimentación.....	20
4.2.	Estructuras.....	24
4.2.1.	Estructura de hormigón.....	24
5.	Recepción y control de productos.....	36
5.1.	Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.....	36
5.1.1.	Documentación de suministros y ensayos.....	36
5.2.	Relación de productos con Marcado CE.....	37
6.	Gestión de residuos de construcción o demolición de la obra.....	38
6.1.	Descripción.....	38
6.2.	Criterios de medición y valoración de unidades.....	38
6.3.	Características técnicas de cada unidad de obra.....	38
6.3.1.	Condiciones previas.....	38
6.3.2.	Proceso de ejecución.....	39
6.3.3.	Prescripción en cuanto al almacenamiento de la obra.....	41
6.3.4.	Prescripción en cuanto al control documental de la gestión.....	42
7.	Condiciones instalación de protección contra incendios.....	42
7.1.	Control de calidad.....	42
7.1.1.	Materiales.....	42
7.2.	Normas y ejecución de las instalaciones. Instaladores autorizados.....	43
7.3.	Pruebas reglamentarias.....	45
7.4.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	45
7.5.	Documentación de prueba en marcha de las instalaciones.....	46

## **1. Ejecución y documentación**

### **1.1. Ejecución de la obra**

Todas las obras se ejecutarán con entera sujeción a los Planos del proyecto, a los estados de mediciones y precios del presupuesto del Contratista, calidades que se expresan en el mismo y a todas las instrucciones, tanto verbales como escritas, que el Director tenga a bien dictar en cada caso particular.

### **1.2. Principio de subsidiariedad**

El presente Pliego de Condiciones, se basa en el Pliego General de Condiciones para la Contratación de Obras del Estado quedando modificado en aquellos términos en los que se redacte este Pliego particular.

Cuando exista contradicción o incompatibilidad entre los conceptos definidos en este pliego y los mismos señalados en algunas de las disposiciones legales que se relacionan a continuación, prevalecerá lo dispuesto en aquel, salvo autorización del Director de la Obra, que deberá reflejarse por escrito en el Libro de Órdenes.

### **1.3. Aceptación del Pliego de Condiciones**

Las presentes Condiciones Técnicas, serán de obligado cumplimiento por parte del Contratista adjudicatario de la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con sujeción estricta a este Pliego en la propuesta que formule como base de la adjudicación.

### **1.4. Compatibilidad y orden de prioridades en los documentos**

En el caso de contradicciones e incompatibilidad entre los documentos del presente proyecto, se debe tener en cuenta lo siguiente:

Los documentos "MEMORIA" y "PRESUPUESTO", tienen preferencia sobre los demás documentos del proyecto en lo que se refiere a materiales a emplear y su ejecución.

El documento "PLANOS", tiene preferencia sobre los demás documentos del proyecto en lo que a dimensionamiento se refiere.

El documento "PLIEGO DE CONDICIONES", tiene preferencia sobre los demás documentos en lo que se refiere a normativa de calidad en la ejecución y medición-valoración de las obras.

El documento "PRESUPUESTO", tiene preferencia sobre cualquier otro documento en lo que se refiere a precios de las unidades de obra.

En cualquier caso, los documentos del proyecto tienen preferencia respecto a los Pliegos de Condiciones Generales.

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones Particulares, y omitido en los Planos, o viceversa habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y que aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los Planos y Pliego de Condiciones o que por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliego de Condiciones.

### **1.5. Modificación del proyecto**

El Director podrá introducir en el Proyecto antes de empezar las obras o durante su ejecución, las modificaciones que sean precisas para la normal construcción de las mismas, aunque no se haya previsto en el Proyecto y siempre que lo sean sin separarse de su espíritu y recta interpretación. También podrá introducir aquellas modificaciones que produzcan aumento o disminución y aún supresión de las cantidades de obra, marcadas en el Presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, siempre que ésta sea de las comprendidas en el Contrato. Todas estas modificaciones serán obligatorias para el Contratista.

En este caso el Contratista no tendrá derecho a ninguna variación en los precios, ni a indemnización de ningún género por supuestos perjuicios que le puedan ocasionar las modificaciones en el número de unidades de obra o en el plazo de ejecución.

## **2. Condiciones de ejecución**

### **2.1. Obligaciones y derechos del contratista**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta de interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de las obras de urbanización, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en

éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete a la Dirección Facultativa, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valoradas en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Facultativa advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas o reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata, cuantos desperfectos sean causados en las instalaciones existentes, estando obligado en caso de daños a la reposición al estado actual.

#### **2.1.1. Programa de trabajos e instalaciones auxiliares**

En virtud de lo preceptuado en el artículo 144 y concordantes del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, el Contratista someterá a la aprobación de la Administración en el plazo máximo de tres (3) meses, a contar de la firma de la Escritura de Contrata, un programa de trabajos en el que especifiquen los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras compatibles con las anualidades fijadas y plazo total de ejecución por parte del Contratista.

Este plan, una vez aprobado por la Administración, se incorporará al Pliego de Condiciones del Proyecto y adquirirá, por tanto, carácter contractual.

El Contratista presentará, asimismo, una relación completa de los servicios y maquinaria que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del plan. Los medios propuestos quedarán adscrita a la obra sin que, en ningún caso, el Contratista pueda retirarlos sin autorización del Técnico Director.

Asimismo, el Contratista deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que el Técnico Director compruebe que ello es preciso para el desarrollo de las obras en los plazos previstos.

La aceptación del plan y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará excepción alguna de responsabilidad para el Contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

#### **2.1.2. Marcha de los trabajos y gastos a cargo del contratista**

Para la ejecución del programa de desarrollo de la Obra, el Contratista deberá tener siempre en la obra un N<sup>o</sup> de obreros proporcionado a la extensión de los trabajos, y clase de éstos que estén ejecutándose.

Serán de cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas, los de construcciones auxiliares, los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de materiales y de la propia obra contra todo deterioro, daño, o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basuras; los de retirada, al fin de las obras, de las instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para las obras, así como adquisiciones de dichas aguas y energía, los de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas y los de aperturas o habilitación de los caminos precisos para el acceso y transporte de materiales al lugar de las obras.

Igualmente serán de cuenta del Contratista los gastos originados por los ensayos de materiales y de control de ejecución de las obras que disponga el director técnico en tanto que el importe de dichos ensayos no sobrepase el uno por ciento del Presupuesto de Ejecución Material de las obras.

Será por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado temporal para las obras, así como la tasa y permisos, debiendo proceder a su posterior demolición, dejando los accesos en su primitivo estado.

Será por cuenta y cargo del Contratista, la ejecución de cuantos trabajos requiera los accesos, para el abastecimiento de las obras, así como tasas y permisos, debiendo reparar al finalizar la obra, aquellos que por su causa quedaron deteriorados. Será por cuenta del Contratista los gastos originados por la retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las obras.

Así mismo serán de cuenta del contratista, los gastos derivados de cuantas modificaciones sean necesarias en las redes de instalaciones de devengados por las Empresas propietarias de las mismas.

## **2.2. Inspección y control de obras**

### **2.2.1. Libro de órdenes, asistencias e incidencias**

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra se llevará, mientras dura la misma, el Libro de Órdenes, asistencia e incidencias, en el que quedarán reflejadas las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, las incidencias surgidas, y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

### **2.2.2. Determinación y gestión de obra defectuosa**

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la obra, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos pueden existir, por su mal ejecución o por la deficiente calidad de los materiales, aparatos e instalaciones

colocados, sin que pueda servirle de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que la Dirección Facultativa no le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que hayan sido consignados o valorados en las certificaciones parciales de la obra que siempre se entienden y abonan a buen cuenta de la liquidación final.

### **2.2.3. Inspección de las obras y obras no previstas**

El Contratista notificará efectivamente a la Dirección Facultativa con la antelación precisa, la ejecución de aquellas obras que vayan a quedar ocultas o aquellas que al juicio del Contratista o por expresa indicación del Director de Ejecución, requieran el reconocimiento de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa queda facultada para ordenar la ejecución, modificación o anulación de cualquier clase de obra prevista o no, verificando el aumento o disminución de precios que resulte.

## **2.3. Personal y seguridad en la obra**

### **2.3.1. Personal de la obra**

Por parte del Contratista existirá en obra un responsable de esta que deberá tener la titulación de Técnico de grado Medio (jefe de obra), dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata. El nombramiento del director de obra será sometido a la aprobación del Técnico Director.

El incumplimiento de esta obligación o, en general la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico Directos para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### **2.3.2. Plazo para comenzar las obras**

La ejecución de las obras deberá iniciarse al día siguiente de la fecha del Acta de Replanteo.

### **2.3.3. Medidas de seguridad y subcontratación**

El contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes sobre la Seguridad y Salud, presentando el Plan de Seguridad y Salud de la obra, a la vista del proyecto, para su aprobación por el Técnico Director.

Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización necesaria tanto durante el desarrollo de las obras como durante su explotación, haciendo referencia bien a peligros existentes o a las limitaciones de las estructuras.

Para ello se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Ministerio de Obras Públicas y, en su defecto, por otros Departamentos Nacionales u Organismos Internacionales.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

El contratista podrá concertar con terceros la realización parcial de la prestación, salvo que el contrato disponga lo contrario.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los requisitos establecidos en el Real Decreto 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

#### **2.4. Certificación y abono de obras**

Las obras serán medidas, mensualmente, sobre las partes ejecutadas con arreglo al Proyecto, modificaciones posteriores y órdenes del Técnico Director.

Las variaciones efectuadas servirán de base para la redacción de certificaciones mensuales.

Todos los abonos que se efectúen son a buena cuenta, y las certificaciones no suponen aprobación, ni recepción de las obras que comprenden.

Mensualmente se llevará a cabo una liquidación, en la cual se abonarán las certificaciones, descontando el importe de los cargos que el Técnico Director de las obras tenga contra el Contratista.

##### **2.4.1. Certificación y abono de las obras incompletas o defectuosas**

Cuando por cualquier causa fuera necesario valorar obra incompleta o defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director, este determinará el precio o partida de abono después de contrastarlo con el Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que estando dentro del plazo de ejecución, prefiera terminar la obra con arreglo a las condiciones del Pliego sin exceder de dicho plazo, a rechazarla.

Una vez efectuada la recepción, se procederá a la medición general de las obras que han de servir de base para la valoración de estas.

La liquidación de las obras se llevará a cabo después de realizada la recepción definitiva, saldando las diferencias existentes por los abonos a buena cuenta y descontando el importe de las reparaciones y obras de conservación que haya habido necesidad de efectuar durante el plazo de garantía, en el caso de que el Contratista no los haya realizado por su cuenta.

Después de realizada la liquidación, se saldrá la fianza, tanto si ésta se ha constituido previamente en forma de depósito metálico o garantía, como si se ha formado reteniendo un determinado tanto por ciento en cada certificación.

##### **2.4.2. Conservación durante la ejecución y plazo de garantía**

El Contratista queda comprometido a conservar por su cuenta hasta que sean recibidas definitivamente, todas las obras que integran el Proyecto.

Asimismo, queda obligado la conservación de las obras durante el plazo de garantía de un (1) año, a partir de la fecha de la recepción. Durante este plazo deberá realizar cuantos trabajos sean precisos para mantener las obras ejecutadas en perfecto estado, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

#### **2.4.3. Recepción y responsabilidad por vicios ocultos**

Terminado el plazo de ejecución se procederá al reconocimiento de las obras y, si procede, a su recepción, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto 9/2017, de 8 de noviembre.

Si la obra se arruina con posterioridad a la expiración del plazo de garantía por vicios ocultos de la construcción, debido al incumplimiento del contrato por parte del contratista, responderá éste de los daños y perjuicios durante el término de quince (15) años a contar desde la recepción.

Transcurrido este plazo sin que se haya manifestado ningún daño o perjuicio, quedará totalmente extinguida la responsabilidad del contratista.

### **3. Condiciones técnicas generales**

#### **3.1. Organización de la obra y accesos**

##### **a) DOCUMENTACIÓN PREVIA**

Con anterioridad al inicio de las obras, la Contrata deberá presentar para la aprobación por la Dirección Facultativa, propuesta de los laboratorios homologados por el INCE, para la prestación de los servicios de análisis y ensayos durante la ejecución de la obra, entre los que la Dirección Facultativa elegirá el que considere procedente según su criterio.

##### **b) DOCUMENTACIÓN DE CONSULTA**

b.1) La Contrata dispondrá, en todo momento y en la obra, de una copia íntegra de todos los documentos del Proyecto para su consulta.

Dicha copia deberá estar perfectamente encarpeta y los planos empapelados con el fin de facilitar su consulta.

b.2) Libro de Órdenes.

El Contratista dispondrá de un Libro de Órdenes facilitado por la Dirección Facultativa.

El citado Libro de Órdenes, tendrá sus hojas numeradas y por triplicado y en él se especificarán por la Dirección Facultativa cuantas órdenes, advertencias, datos y circunstancias considere necesarias.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Las citadas órdenes, escritas en el Libro, serán firmadas por el Contratista o su representante, como enterado.

El cumplimiento de estas órdenes es tan obligatorio, para la contrata, como las condiciones constructivas del Proyecto y el contenido del presente Pliego.

El hecho de que en el citado libro no figuren redactadas las órdenes, que ya preceptivamente tiene la obligación de cumplimentar la Contrata, de acuerdo con el Pliego de Condiciones no supone eximente alguno ni atenuante para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

El citado "Libro de Órdenes y asistencias" se regirá según el Decreto 462/71 y la Orden 9 de junio de 1971.

#### **c) OFICINA DE OBRA**

El Contratista, a su costa, establecerá, antes de dar comienzo a las obras, una oficina en lugar próximo al emplazamiento de la obra, en la que exista material adecuado para extender planos y resolver las necesarias consultas. En ella constará siempre un ejemplar completo de Proyecto y el Libro de Órdenes.

#### **d) COMIENZO DE LAS OBRAS**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado por el contrato, debiendo dejarlas terminadas en el plazo que en aquel se determine.

Se podrá, no obstante, conceder una prórroga razonable a petición del Contratista, por causas justificadas y de fuerza mayor.

Obligatoriamente y por escrito la Empresa Constructora deberá comunicar, al Director de la Obra, el comienzo de las obras con tres (3) días de antelación como mínimo, para proceder al levantamiento del Acta de Replanteo y comienzo de las obras sin la que el Contratista no podrá comenzar la ejecución de los trabajos.

#### **e) REPLANTEO**

El replanteo de la obra será realizado por el Directo de Ejecución y el Constructor ajustándose estrictamente al proyecto y a las directrices e instrucciones dadas.

El constructor aportará todo el personal, material y herramientas necesarias para su ejecución.

La Dirección Facultativa comprobará el replanteo ejecutado y su implantación en el terreno, introduciéndose las correcciones que considere oportunas.

El terreno debe estar desocupado, limpio y en condiciones de mantener el replanteo que se ejecute.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

**f) LIMPIEZA**

La Empresa Constructora, fijará personal encargado y responsable de la limpieza y orden de la obra.

**g) INDUSTRIAS AUXILIARES**

La Empresa Constructora comunicará, por escrito a la Dirección Facultativa, la relación de los nombres y actividades de todas las posibles industrias auxiliares con las que tenga previsto subcontratar elementos o instalaciones parciales de obra.

Será por cuenta del contratista la habilitación de accesos para la ejecución de las obras.

**3.2. Materiales y medios auxiliares**

El Constructor aportará toda la maquinaria, herramienta y demás medios necesarios para la buena marcha de la obra.

Será de cuenta y riesgo del Contratista, los andamios, cimbras, máquinas y demás medios auxiliares, que para la debida marcha y ejecución de los trabajos se necesite, no cabiendo, por tanto, al propietario responsabilidad alguna, por cualquier avería o accidente personal que pueda ocurrir en las obras, por insuficiencia de dichos medios auxiliares.

Serán, así mismo, de cuenta y riesgo del Contratista, los medios auxiliares de protección y señalización de la obra, tales como vallados, elementos de protección provisionales, señales de tráfico adecuadas, señales luminosas, etc. y todas las necesarias del estado de las obras y de acuerdo con la legislación vigente.

**3.2.1. Comprobación de acometidas generales de obra**

Previamente al inicio de las obras, se consignará la existencia, situación y características de las redes generales de servicios públicos correspondientes a electrificación, telefonía, red de abastecimiento de agua, red de alcantarillado, etc. para realizar las acometidas de obra necesarias y situación de las acometidas definitivas, recabando, si fuera preciso, documentación gráfica e información de las respectivas compañías suministradoras de los servicios mencionados.

**3.2.2. Comprobación de servidumbre y ensayos de control de materiales y calidad de ejecución**

Previamente al comienzo de los trabajos, se realizará un detenido reconocimiento de terreno, lindes y entorno, constatando su adecuación al proyecto y comprobando la existencia de elementos extraños (cuevas, oquedades, acequias, antiguas cimentaciones, etc.) o instalaciones en uso que pudieran afectar el desarrollo normal de los trabajos. Para ello, se requerirá toda la información y trabajos necesarios hasta la confirmación y total identificación del elemento que pudiera existir, procediéndose a tomar las medidas necesarias en todo lo que pudiera afectar a las obras previstas.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Son obligatorios todos los ensayos que, por la normativa vigente, se establecen para el control de la ejecución.

La Dirección Facultativa, independientemente de los ensayos obligatorios, determinará aquellos otros que considere de necesidad para la buena ejecución de las obras.

#### **4. Condiciones de ejecución de las unidades de obra**

##### **4.1. Actuaciones previas y cimentación**

###### **4.1.1. Derribos**

###### **4.1.1.1. Descripción**

Operaciones destinadas a la demolición total o parcial de un edificio o de un elemento constructivo, incluyendo o no la carga, el transporte y descarga de los materiales no utilizables que se producen en los derribos.

###### **4.1.1.2. Criterios de medición y valoración de unidades**

El criterio de medición será como se indica en los diferentes capítulos.

Generalmente, la evacuación de escombros, con los trabajos de carga, transporte y descarga, se valorará dentro de la unidad de derribo correspondiente. En el caso de que no esté incluida la evacuación de escombros en la correspondiente unidad de derribo: metro cúbico de evacuación de escombros contabilizado sobre camión.

###### **4.1.1.3. Condicionantes previos**

Se realizará un reconocimiento previo del estado de las instalaciones, estructura, estado de conservación, estado de las edificaciones colindantes o medianeras. Se prestará especial atención en la inspección de sótanos, espacios cerrados, depósitos, etc., para determinar la existencia o no de gases, vapores tóxicos, inflamables, etc. Se comprobará que no exista almacenamiento de materiales combustibles, explosivos o peligrosos. Además, se comprobará el estado de la resistencia de las diferentes partes del edificio. Se procederá a apuntalar y apear huecos y fachadas, cuando sea necesario, siguiendo como proceso de trabajo de abajo hacia arriba, es decir de forma inversa a como se realiza la demolición. Reforzando las cornisas, vierteaguas, balcones, bóvedas, arcos, muros y paredes. Se desconectarán las diferentes instalaciones del edificio, tales como agua, electricidad y teléfono, neutralizándose sus acometidas. Se dejarán previstas tomas de agua para el riego, para evitar la formación de polvo, durante los trabajos. Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados, como bocas de riesgo, tapas y sumideros de alcantarillas, árboles, farolas, etc. En edificios con estructura de madera o con abundancia de material combustible, se dispondrá, como mínimo, de un extintor manual contra incendios. Se procederá a desinsectar y desinfectar, en los casos donde se haga necesario, sobre todo cuando se trate de edificios abandonados, todas las dependencias del edificio.

Deberá primarse los trabajos de deconstrucción sobre los de demolición indiscriminada para facilitar la gestión de residuos a realizar en la obra.

Antes del comienzo de obras de demolición se deberán tomar las medidas adecuadas para identificar los materiales que puedan contener amianto. Si existe la menor duda sobre la presencia de amianto en un material o una construcción, deberán observarse las disposiciones del Real Decreto 396/2006. El amianto, clasificado como residuo peligroso, se deberá recoger por la empresa inscrita en el registro de Empresas con Registro de Amianto (RERA), separándolo del resto de residuos de origen, en embalajes debidamente etiquetados y cerrados apropiados y transportado de acuerdo con la normativa específica sobre transporte de residuos peligrosos.

#### **4.1.1.4. Proceso de ejecución**

En la ejecución se incluyen dos operaciones, derribo y retirada de los materiales de derribo; ambas se realizarán conforme a las condiciones sobre gestión de residuos de demolición y construcción en la obra.

Se debe evitar trabajar en obras de demolición y derribo cubiertas de nieve o en días de lluvia. Las operaciones de derribo se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, y se designarán y marcarán los elementos que hayan de conservarse intactos. Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra a derribar.

No se suprimirán los elementos atirantados o de arrojamiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que incidan sobre ellos. En elementos metálicos en tensión se tendrá presente el efecto de oscilación al realizar el corte o al suprimir las tensiones. El corte o desmontaje de un elemento no manejable por una sola persona se realizará manteniéndolo suspendido o apuntalado, evitando caídas bruscas y vibraciones que se transmitan al resto del edificio o a los mecanismos de suspensión. En la demolición de elementos de madera se arrancarán o doblarán las puntas y clavos. No se acumularán escombros ni se apoyarán elementos contra vallas, muros y soportes, propios o medianeros, mientras éstos deban permanecer en pie. Tampoco se depositarán escombros sobre andamios. Se evitará la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados del edificio, impidiendo las sobrecargas.

El abatimiento de un elemento constructivo se realizará permitiendo el giro, pero no el desplazamiento, de sus puntos de apoyo, mediante mecanismos que trabajen por encima de la línea de apoyo del elemento y permita el descenso lento. Cuando haya que derribar árboles, se acotará la zona, se costarán por su base atirantándolos previamente y abatiéndolos seguidamente.

Los compresores, martillos neumáticos o similares, se utilizarán previa autorización de la Dirección Facultativa. Las grúas no se utilizarán para realizar esfuerzos horizontales u oblicuos. Las cargas se comenzarán a elevar lentamente con el fin de observar si se producen anomalías,

en cuyo caso se subsanarán después de haber descendido nuevamente la carga a su lugar inicial. No se descenderán las cargas bajo el solo control del freno.

Se evitará la formación de polvo regando ligeramente los elementos y/o escombros. Al finalizar la jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable, que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento. Se protegerán de la lluvia, mediante lonas o plásticos, las zonas o elementos del edificio que puedan ser afectados por aquella.

#### **4.1.1.5. Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la parte del pliego sobre la gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### **4.1.1.6. Condicionantes de terminación**

En la superficie del solar se mantendrá el desagüe necesario para impedir la acumulación de agua de lluvia o nieve que pueda perjudicar a locales o cimentaciones de fincas colindantes. Finalizadas las obras de demolición, se procederá a la limpieza del solar.

#### **4.1.1.7. Control de ejecución**

Durante la ejecución se vigilará y se comprobará que se adopten las medidas de seguridad especificadas, que se dispone de los medios adecuados y que el orden y la forma de ejecución se adaptan a lo indicado.

Durante la demolición, se aparecieran grietas en los edificios medianeros se paralizarán los trabajos, y se avisará a la dirección facultativa, para efectuar su apuntalamiento o consolidación si fuese necesario, previa colocación o no de testigos.

#### **4.1.1.8. Conservación y mantenimiento**

En tanto se efectúe la consolidación definitiva, en el solar donde se haya realizado la demolición, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las edificaciones medianeras, así como las vallas y/o cerramientos.

Una vez alcanzada la cota 0, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan podido surgir. Las vallas, sumideros, arquetas, pozos y apeos quedarán en perfecto estado de servicio.

### **4.1.2. Movimientos de tierras**

#### **4.1.2.1. Descripción**

Trabajos destinados a trasladar a vertedero las tierras sobrantes de la excavación y los escombros.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

#### **4.1.2.2. Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cúbico de tierras o escombros sobre camión, para una distancia determinada a la zona de vertido, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, pudiéndose incluir o no el tiempo de carga y/o la carga, tanto manual como con medios mecánicos.

#### **4.1.2.3. Condiciones previas**

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajos y vías de circulación.

Cuando en las proximidades de la excavación existan tendidos eléctricos, con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

- Desvío de la línea
- Corte de la corriente eléctrica
- Protección de la zona mediante apantallados
- Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica

#### **4.1.2.4. Proceso de ejecución**

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que, al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar, siendo conveniente la instalación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se encuentren itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objetos e evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas por niveles inferiores a la cota 0 el ancho mínimo de la rampa será de 4.50 m, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos, respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir por la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde de este, se dispondrá topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso de este.

#### **4.1.2.5. Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la parte del pliego sobre gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### **4.1.2.6. Control de ejecución**

Se controlará que el camión no sea cargado con una sobrecarga superior a la autorizada.

#### **4.1.3. Zanjas y pozos**

##### **4.1.3.1. Descripción**

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesible a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

##### **4.1.3.2. Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medido sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras, en terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

Metro cuadrado de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

##### **4.1.3.3. Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Entibaciones, elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80. El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%. La madera no presentará principio de pudrición, alteraciones ni defectos.
- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática; con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

#### **4.1.3.4. Condiciones previas**

En todos los casos se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad de este.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Para complementar la información obtenida de las compañías suministradoras, se procederá a una apertura manual de catas para localizar las instalaciones existentes.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario. La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio en cuanto a la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos.

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte. Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m. Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que

se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

El contratista notificará a la dirección facultativa, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

#### **4.1.3.5. Proceso de ejecución**

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la dirección facultativa autorizará el inicio de la excavación. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada. El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

- Entibaciones (se tendrán en cuenta las prescripciones respecto a las mismas del capítulo Explanaciones):

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas. Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos. Una vez alcanzadas las cotas inferiores de los pozos o zanjas de cimentación, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras. Se excavará el terreno en zanjas o pozos de ancho y profundo según la documentación técnica. Se realizará la excavación por franjas horizontales de altura no mayor a la separación entre codales más 30 cm, que se entibará a medida que se excava. Los productos de excavación de la zanja, aprovechables para su relleno posterior, se podrán depositar en caballeros situados a un solo lado de la zanja, y a una separación del borde de esta de un mínimo de 60 cm.

- Pozos y zanjas:

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, la excavación debe hacerse con sumo cuidado para que la alteración de las características mecánicas del suelo sea la mínima inevitable. Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las dimensiones fijadas en el proyecto. La cota de profundidad de estas excavaciones será la prefijada en los planos, o las que la dirección facultativa ordene por escrito o gráficamente a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

No se considerarán pozos abiertos los que ya posean estructura definitiva y consolidada de contención o se hayan rellenado compactando el terreno.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.1.3, aunque el terreno firme se encuentre muy superficial, es conveniente profundizar de 0,5 m a 0,8 m por debajo de la rasante.

- Refino, limpieza y nivelación.

Se retirarán los fragmentos de roca, lajas, bloques y materiales térreos, que hayan quedado en situación inestable en la superficie final de la excavación, con el fin de evitar posteriores desprendimientos. El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo, si por alguna circunstancia se produce un sobre ancho de excavación, inadmisibles desde el punto de vista de estabilidad del talud, se rellenará con material compactado. En los terrenos meteorizables o erosionables por lluvias, las operaciones de refino se realizarán en un plazo comprendido entre 3 y 30 días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas del sitio.

#### **4.1.3.6. Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la Parte III: Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

#### **4.1.3.7. Control de ejecución**

Puntos de observación:

- Replanteo:

Cotas entre ejes.

Dimensiones en planta.

Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a  $\pm 10$  cm.

- Durante la excavación del terreno:

Comparar terrenos atravesados con lo previsto en proyecto y estudio geotécnico.

Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Agresividad del terreno y/o del agua freática.

Pozos. Entibación en su caso.

- Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en  $\pm 10$  cm.

Se comprobará una escuadría, separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

- Entibación de pozo:

Por cada pozo se comprobará una escuadría, separación y posición, no aceptándose si las escuadrías, separaciones y/o posiciones son inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

#### **4.1.4. Losas de cimentación**

##### **4.1.4.1. Descripción**

Cimentaciones directas realizadas mediante losas horizontales de hormigón armado, cuyas dimensiones en planta son muy grandes comparadas con su espesor, bajo soportes y muros pertenecientes a estructuras de edificación.

Pueden ser: continuas y uniformes, con refuerzos bajo pilares, con pedestales, con sección en cajón, nervada o aligerada.

##### **4.1.4.2. Criterios de medición y valoración de unidades**

- Metro cúbico de hormigón en masa o para armar.

Medido el volumen a excavación teórica llena, hormigón de resistencia o dosificación especificados.

- Kilogramo de acero montado para losas.

Acero del tipo y diámetro especificados, montado en losas, incluyendo cortes, ferrallado y despuntes.

- Metro cúbico de hormigón armado en losas.

Hormigón de resistencia o dosificación especificados, fabricado en obra o en central, para losas de canto especificado, con una cuantía media del tipo de acero especificada, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según normativa vigente.

- Metro cuadrado de capa de hormigón de limpieza.

De hormigón de resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido especificados, fabricado en obra o en central, del espesor determinado, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según normativa vigente.

#### **4.1.4.3. Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Hormigón para armar (HA), de resistencia o dosificación especificados en proyecto.
- Barras corrugadas de acero, de características físicas y mecánicas indicadas en proyecto.

#### **4.1.4.4. Condiciones previas**

El plano de apoyo (el terreno, tras la excavación) presentará una superficie limpia y plana, será horizontal, fijándose su profundidad según el proyecto, determinándose la profundidad mínima en función la estabilidad del suelo frente a los agentes atmosféricos.

#### **4.1.4.5. Proceso de ejecución**

- Información previa:

Localización y trazado de las instalaciones de los servicios que existan y las previstas para el edificio en la zona de terreno donde se va a actuar.

Según el CTE DB SE C, apartado 4.6.2, Se realizará la confirmación de las características del terreno establecidas en el proyecto. El resultado de tal inspección se incorporará a la documentación final de obra. En particular se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación, la estratigrafía, el nivel freático, las condiciones hidrogeológicas, la resistencia y humedad del terreno se ajustan a lo previsto y si se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc. o corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres.

- Excavación:

Para la excavación se adoptarán las precauciones necesarias en función del tipo de terreno y de las distancias a las edificaciones colindantes. El plano de apoyo de la losa se situará a la profundidad prevista por debajo del nivel de la rasante. La excavación se realizará en función del terreno; si es predominantemente arenoso, hasta el plano de apoyo de la losa se realizará por bandas, hasta descubrir el plano de apoyo, que se regará con una lechada de cemento; una vez endurecida, se extenderá la capa de hormigón de limpieza y regularización para el apoyo.

Si el terreno es arcillo-limoso, la excavación se hará en dos fases, en la primera se excavará hasta una profundidad máxima de 30 cm, por encima del nivel de apoyo, para en una segunda fase terminar la excavación por bandas, limpiando la superficie descubierta y aplicando el hormigón de limpieza hasta la regulación del apoyo.

Si el terreno está constituido por arcilla, al menos la solera de asiento debe echarse inmediatamente después de terminada la excavación. Si esto no puede realizarse, la excavación debe dejarse de 10 a 15 cm por encima de la cota definitiva de cimentación hasta el momento en que todo esté preparado para hormigonar.

La excavación que se realiza para losas con cota de cimentación profunda trae aparejado un levantamiento del fondo de la excavación. Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.2.2, este se determinará siguiendo las indicaciones del en función del tipo de terreno, situación del nivel freático, etc., y se tomarán las precauciones oportunas.

Si la profundidad de la excavación a cielo abierto para sótanos es importante, el fondo de la excavación puede resultar inestable y romper por levantamiento, cualesquiera que sean la resistencia y el tipo de entibación utilizado para las paredes laterales. En este caso debe comprobarse la estabilidad del fondo de la excavación.

- Hormigón de limpieza:

Sobre la superficie del terreno se dispondrá una capa de hormigón de limpieza o solera de asiento de 10 cm de espesor mínimo, sobre la que se colocarán las armaduras con los correspondientes separadores de mortero.

El curado del hormigón de limpieza se prolongará durante 72 horas.

- Colocación de las armaduras y hormigonado de la losa:

La puesta en obra, vertido, compactación y curado del hormigón, así como la colocación de las armaduras seguirán las indicaciones de la normativa vigente de aplicación.

Se cumplirán las dimensiones y disposición de armaduras que se especifican en la norma correspondiente. La armadura longitudinal dispuesta en la cara superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm.

El recubrimiento mínimo se ajustará a las especificaciones de la normativa vigente. Para garantizar dichos recubrimientos los emparrillados o armaduras que se coloquen en el fondo de la losa se apoyarán sobre separadores de materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón. No se apoyarán sobre camillas metálicas que después del hormigonado queden en contacto con la superficie del terreno, por facilitar la oxidación de las armaduras. Las distancias máximas de los separadores serán de 50 diámetros ó 100 cm, para las armaduras del emparrillado inferior y de 50 diámetros ó 50 cm, para las armaduras del emparrillado superior.

El hormigonado se realizará, a ser posible, sin interrupciones que puedan dar lugar a planos de debilidad. En caso necesario, las juntas de trabajo deben situarse en zonas lejanas a los pilares, donde menores sean los esfuerzos cortantes. Antes de reanudar el hormigonado, se limpiarán las juntas eliminando los áridos que hayan quedado sueltos, se retirará la capa superficial de mortero dejando los áridos al descubierto y se humedecerá la superficie. El vertido se realizará desde una altura no superior a 100 cm. La temperatura de hormigonado será la indicada en la normativa vigente.

#### **4.1.4.6. Control de ejecución**

Unidad y frecuencia de inspección: 2 por cada 1000 m<sup>2</sup> de planta.

- Puntos de observación:

Comprobación y control de materiales.

- Replanteo de ejes:

Comprobación de cotas entre ejes de soportes y muros. Excavación del terreno, según el capítulo Vacidados.

- Operaciones previas a la ejecución:

Eliminación del agua de la excavación (en su caso). Rasante del fondo de la excavación. Compactación del plano de apoyo de la losa. Colocación de encofrados laterales, en su caso. Hormigón de limpieza. Nivelación y espesor. Juntas estructurales.

- Colocación de armaduras:

Separación de la armadura inferior del fondo. Suspensión y atado de armaduras superiores (canto útil). Recubrimientos exigidos en proyecto. Disposición, número y diámetro de las barras, esperas y longitudes de anclaje. Puesta en obra y compactación del hormigón que asegure las resistencias de proyecto. Curado del hormigón.

- Juntas: distancia entre juntas de retracción no mayor de 16 m, en el hormigonado continuo de las losas.
- Comprobación final: tolerancias. Defectos superficiales.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, la Dirección Facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

## **4.2. Estructuras**

### **4.2.1. Estructura de hormigón**

#### **4.2.1.1. Descripción**

Como elementos de hormigón pueden considerarse:

- Forjados unidireccionales: constituidos por elementos superficiales planos con nervios, flectando esencialmente en una dirección. Se consideran dos tipos de forjados, los de viguetas o semiviguetas, ejecutadas en obra o pretensadas, y los de losas alveolares ejecutadas en obra o pretensadas.
- Placas (losas) sobre apoyos aislados: estructuras constituidas por placas macizas o aligeradas con nervios de hormigón armado en dos direcciones perpendiculares entre sí, que no poseen, en general, vigas para transmitir las cargas a los apoyos y descansan directamente sobre soportes con o sin capitel.
- Muros de sótanos y muros de carga.
- Pantallas: sistemas estructurales en ménsula empotrados en el terreno, de hormigón armado, de pequeño espesor, gran canto y muy elevada altura, especialmente aptas para resistir acciones horizontales.
- Muros resistentes o núcleos: un conjunto de pantallas enlazadas entre sí para formar una pieza de sección cerrada o eventualmente abierta por huecos de paso, que presenta una mayor eficacia que las pantallas para resistir esfuerzos horizontales.
- Estructuras porticadas: formadas por soportes y vigas. Las vigas son elementos estructurales, planos o de canto, de directriz recta y sección rectangular que salvan una determinada luz, soportando cargas de flexión. Los soportes son elementos de directriz recta y sección rectangular, cuadrada, poligonal o circular, de hormigón armado, pertenecientes a la estructura del edificio, que transmiten las cargas al cimiento.

#### **4.2.1.2. Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cuadrado de forjado unidireccional: hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, con semivigueta armada o nervios in situ, del canto e intereje especificados, con piezas de entrevigado (como las bovedillas) del material especificado, incluso encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según normativa.

Metro cuadrado de placa o forjado reticular: hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, del canto e intereje especificados, con piezas de entrevigado (como las bovedillas) del material especificado, incluso encofrado, vibrado, curado y desencofrado, según normativa vigente.

Metro cuadrado de forjado unidireccional con vigueta, semivigueta o losa pretensada, totalmente terminado, incluyendo las piezas de entrevigado para forjados con viguetas o semiviguetas pretensadas, hormigón vertido en obra y armadura colocada en obra, incluso vibrado, curado, encofrado y desencofrado, según normativa vigente.

Metro cuadrado de núcleos y pantallas de hormigón armado: completamente terminado, de espesor y altura especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificados, de la cuantía del tipo acero especificada, incluyendo encofrado a una o dos caras del tipo especificado, elaboración desencofrado y curado, según normativa vigente.

Metro lineal de soporte de hormigón armado: completamente terminado, de sección y altura especificadas, de hormigón de resistencia o dosificación especificados, de la cuantía del tipo de acero especificada, incluyendo encofrado, elaboración, desencofrado y curado, según normativa vigente.

Metro cúbico de hormigón armado para pilares, vigas y zunchos: hormigón de resistencia o dosificación especificados, con una cuantía media del tipo de acero especificada, en soportes, vigas o zunchos de sección y altura determinadas, incluso recortes, separadores, alambre de atado, puesta en obra, vibrado y curado del hormigón según normativa vigente, incluyendo encofrado y desencofrado.

#### **4.2.1.3. Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra**

- Hormigón para armar:

Se tipificará de acuerdo con el Código Estructural.

- El hormigón puede ser:
  - fabricado en central, de obra o preparado;
  - no fabricado en central.
- Materiales componentes, en el caso de que no se acopie directamente el hormigón para armar:

Cemento:

Los cementos empleados podrán ser aquellos que cumplan la Instrucción RC-16, correspondan a la clase resistente 32,5 o superior y cumplan las limitaciones de uso establecidas según la normativa vigente.

Agua:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del

hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe el empleo de aguas de mar o salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado, salvo estudios especiales.

- Áridos:

Los áridos deberán cumplir las especificaciones contenidas en la normativa vigente.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse gravas y arenas existentes en yacimientos naturales o rocas machacadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica y se justifique debidamente.

Sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

Los áridos se designarán por su tamaño máximo en mm, y en su caso, especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización.

- El tamaño máximo de un árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:
  - 0,8 de la distancia horizontal libre entre armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo mayor de 45º con la dirección del hormigonado;
  - 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una armadura que forme un ángulo no mayor de 45º con la dirección de hormigonado,
  - 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

Losa superior de los forjados, donde el tamaño máximo del árido será menor que 0,4 veces el espesor mínimo.

Piezas de ejecución muy cuidada y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados, que sólo se encofran por una cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

- Otros componentes:

Podrán utilizarse como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que se justifique con la documentación del producto o los oportunos ensayos que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de armaduras.

En los hormigones armados se prohíbe la utilización de aditivos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

- Armaduras pasivas:

Serán de acero soldable, no presentarán defectos superficiales ni grietas, y estarán constituidas por:

- Los diámetros nominales de las barras o rollos de acero corrugado se ajustarán a la serie: 6-8-10-12-14-16-20-25-32 y 40 mm, y los tipos a utilizar serán: de baja ductilidad (AP400 T - AP500 T), de ductilidad normal (AP400 S - AP500 S), o de características especiales de ductilidad (AP400 SD - AP500 SD).

#### **4.2.1.4. Proceso de ejecución**

Condiciones generales:

Se tomarán las precauciones necesarias, en función de la agresividad ambiental a la que se encuentre sometido cada elemento, para evitar su degradación pudiendo alcanzar la duración de la vida útil acordada, según lo indicado en proyecto.

Se cumplirán las prescripciones constructivas indicadas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 que sean de aplicación, según lo indicado en proyecto, para cada uno de los elementos:

- Vigas de hormigón armado: disposiciones del armado superior, armado inferior, estribos, etc.
- Soportes de hormigón armado: armado longitudinal, cercos, armaduras de espera en nudos de arranque, armado de nudos intermedios y nudos superiores, etc.
- Forjados: disposiciones del armado superior, armado en nudos, armadura de reparto, etc.
- Pantallas de rigidización: disposiciones de la armadura base, cercos en la parte baja de los bordes, etc.
- Elementos prefabricados: tratamiento de los nudos.

Replanteo:

El constructor velará por que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones de cada uno de los elementos estructurales, sean conformes con lo establecido en el proyecto, teniendo para ello en cuenta las tolerancias establecidas en el mismo.

- Ejecución de la ferralla:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, salvo el caso de grupos de barras, será igual o superior al mayor de los tres valores siguientes 20 mm (salvo en viguetas y losas alveolares pretensadas, donde se tomará 15 mm), el diámetro de la mayor ó 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

Corte: se llevará a cabo de acuerdo con, utilizando procedimientos automáticos (cizallas, sierras, discos...) o maquinaria específica de corte automático.

Doblado: las barras corrugadas se doblarán en frío.

En el caso de mallas electrosoldadas rigen las mismas limitaciones anteriores siempre que el doblado se efectúe a una distancia igual a 4 diámetros contados a partir del nudo, o soldadura, más próximo. En caso contrario el diámetro mínimo de doblado no podrá ser inferior a 20 veces el diámetro de la armadura. No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Colocación de las armaduras: las jaulas o ferralla serán lo suficientemente rígidas y robustas para asegurar la inmovilidad de las barras durante su transporte y montaje y el hormigonado de la pieza, de manera que no varíe su posición especificada en proyecto y permitan al hormigón envolverlas sin dejar coqueras.

Separadores: los calzos y apoyos provisionales en los encofrados y moldes deberán ser de hormigón, mortero, o plástico rígido o de otro material apropiado, quedando prohibidos los de madera, cualquier material residual de obra aunque sea ladrillo u hormigón y, si el hormigón ha de quedar visto, los metálicos. Se comprobarán en obra los espesores de recubrimiento indicados en proyecto. Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Empalmes: en los empalmes por solapo de armaduras pasivas, la separación entre las barras será de 4 diámetros como máximo. En las armaduras en tracción esta separación no será inferior a los valores indicados para la distancia libre entre barras aisladas. En armaduras activas, los empalmes se realizarán en las secciones indicadas en el proyecto, y se dispondrán en alojamientos especiales de longitud suficiente para poder moverse libremente durante el tesado.

Las soldaduras a tope de barras de distinto diámetro podrán realizarse siempre que la diferencia entre diámetros sea inferior a 3 mm.

Se prohíbe el enderezamiento en obra de las armaduras activas.

Antes de autorizar el hormigonado, y una vez colocadas y, en su caso, tesas las armaduras, se comprobará si su posición, así como la de las vainas, anclajes y demás elementos, concuerdan con la indicada en los planos, y si las sujeciones son las adecuadas para garantizar su

invariabilidad durante el hormigonado y vibrado. Si fuera preciso, se efectuarán las oportunas rectificaciones.

- Fabricación y transporte a obra del hormigón:

Criterios generales: las materias primas se amasarán de forma que se consiga una mezcla íntima y uniforme, estando todo el árido recubierto de pasta de cemento. La dosificación del cemento, de los áridos y en su caso, de las adiciones, se realizará en peso. No se mezclarán masas frescas de hormigones fabricados con cementos no compatibles debiendo limpiarse las hormigoneras antes de comenzar la fabricación de una masa con un nuevo tipo de cemento no compatible con el de la masa anterior. El amasado se realizará con un período de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a noventa segundos. Queda expresamente prohibida la adición al hormigón de cualquier cantidad de agua u otras sustancias que puedan alterar la composición original de la masa fresca.

Transporte del hormigón preparado: el transporte mediante amasadora móvil se efectuará siempre a velocidad de agitación y no de régimen. El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado y la colocación del hormigón no debe ser mayor a una hora y media, salvo uso de aditivos retardadores de fraguado o que el fabricante establezca un plazo inferior en la hoja de suministro. En tiempo caluroso, el tiempo límite debe ser inferior salvo que se hayan adoptado medidas especiales para aumentar el tiempo de fraguado.

- Cimbras y apuntalamientos:

El constructor, antes de su empleo en obra, deberá disponer de un proyecto de cimbra que al menos contemple los siguientes aspectos: justifique su seguridad, contenga planos que defina completamente la cimbra y sus elementos, y contenga un pliego de prescripciones que indique las características a cumplir de los elementos de la cimbra. Además, el constructor deberá disponer de un procedimiento escrito para el montaje o desmontaje de la cimbra o apuntalamiento y, si fuera preciso, un procedimiento escrito para la colocación del hormigón para limitar flechas y asentamientos.

Además, la dirección facultativa dispondrá de un certificado facilitado por el constructor y firmado por persona física, que garantice los elementos de la cimbra.

Las cimbras se realizarán según lo indicado en EN 1282. Se dispondrán durmientes de reparto para el apoyo de los puntales. Si los durmientes de reparto descansan directamente sobre el terreno, habrá que cerciorarse de que no puedan asentar en él. Los tableros llevarán marcada la altura a hormigonar. Las juntas de los tableros serán estancas, en función de la consistencia del hormigón y forma de compactación. Se unirá el encofrado al apuntalamiento, impidiendo todo movimiento lateral o incluso hacia arriba (levantamiento), durante el hormigonado. Se fijarán las cuñas y, en su caso, se tensarán los tirantes. Los puntales se arriostrarán en las dos direcciones, para que el apuntalamiento sea capaz de resistir los esfuerzos horizontales que puedan producirse durante la ejecución de los forjados. En los forjados de viguetas armadas se colocarán los apuntalamientos nivelados con los apoyos y sobre ellos se colocarán las viguetas. En los forjados

de viguetas pretensadas se colocarán las viguetas ajustando a continuación los apuntalados. Los puntales deberán poder transmitir la fuerza que reciban y, finalmente, permitir el desapuntalado con facilidad.

- Encofrados y moldes:

Serán lo suficientemente estancos para impedir una pérdida apreciable de pasta entre las juntas, indicándose claramente sobre el encofrado la altura a hormigonar y los elementos singulares. Los encofrados pueden ser de madera, cartón, plástico o metálicos, evitándose el metálico en tiempos fríos y los de color negro en tiempo soleado. Se colocarán dando la forma requerida al soporte y cuidando la estanquidad de la junta. Los de madera se humedecerán ligeramente, para no deformarlos, antes de verter el hormigón.

Los productos desencofrantes o desmoldeantes aprobados se aplicarán en capas continuas y uniformes sobre la superficie interna del encofrado o molde, colocándose el hormigón durante el tiempo en que estos productos sean efectivos. Los encofrados y moldes de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, las piezas de madera se dispondrán de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

En la colocación de las placas metálicas de encofrado y posterior vertido de hormigón, se evitará la disgregación de este, picándose o vibrándose sobre las paredes del encofrado. Tendrán fácil desencofrado, no utilizándose gasoil, grasas o similares. El encofrado (los fondos y laterales) estará limpio en el momento de hormigonar, quedando el interior pintado con desencofrante antes del montaje, sin que se produzcan goteos, de manera que el desencofrante no impedirá la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, especialmente cuando sean elementos que posteriormente se hayan de unir para trabajar solidariamente. La sección del elemento no quedará disminuida en ningún punto por la introducción de elementos del encofrado ni de otros. No se transmitirán al encofrado vibraciones de motores. El desencofrado se realizará sin golpes y sin sacudidas.

- Colocación de las viguetas y piezas de entrevigados:

Se izarán las viguetas desde el lugar de almacenamiento hasta su lugar de ubicación, cogidas de dos o más puntos, siguiendo las instrucciones indicadas por cada fabricante para la manipulación, a mano o con grúa. Se colocarán las viguetas en obra apoyadas sobre muros y/o encofrado, colocándose posteriormente las piezas de entrevigado, paralelas, desde la planta inferior, utilizándose bovedillas ciegas y apeándose, si así se especifica en proyecto, procediéndose a continuación al vertido y compactación del hormigón. Si alguna resultara dañada afectando a su capacidad portante será desechada. En los forjados reticulares, se colocarán los casetones en los recuadros formados entre los ejes del replanteo. En los forjados no reticulares, la vigueta quedará empotrada en la viga, antes de hormigonar. Finalizada esta fase, se ajustarán los puntales y se procederá a la colocación de las piezas de entrevigado, las cuales no invadirán las zonas de macizado o del cuerpo de vigas o soportes. Se dispondrán los pasatubos y se encofrarán los huecos para instalaciones. En los voladizos se realizarán los

oportunos resaltes, molduras y goterones, que se detallen en el proyecto; así mismo se dejarán los huecos precisos para chimeneas, conductos de ventilación, pasos de canalizaciones, etc. Se encofrarán las partes macizas junto a los apoyos.

- Colocación de las armaduras:

Se colocarán las armaduras sobre el encofrado, con sus correspondientes separadores. La armadura de negativos se colocará preferentemente bajo la armadura de reparto. Podrá colocarse por encima de ella siempre que ambas cumplan las condiciones requeridas para los recubrimientos y esté debidamente asegurado el anclaje de la armadura de negativos sin contar con la armadura de reparto. En los forjados de losas alveolares pretensadas, las armaduras de continuidad y las de la losa superior hormigonada en obra, se mantendrán en su posición mediante los separadores necesarios. En muros y pantallas se anclarán las armaduras sobre las esperas, tanto longitudinal como transversalmente, encofrándose tanto el trasdós como el intradós, aplomados y separadas sus armaduras. Se utilizarán calzos separadores y elementos de suspensión de las armaduras para obtener el recubrimiento adecuado y posición correcta de negativos en vigas.

Colocación y aplomado de la armadura del soporte; en caso de reducir su sección se grifará la parte correspondiente a la espera de la armadura, solapándose la siguiente y atándose ambas. Los cercos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado u otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura una vez situada la ferralla en los moldes o encofrados. Encofrada la viga, previo al hormigonado, se colocarán las armaduras longitudinales principales de tracción y compresión, y las transversales o cercos según la separación entre sí obtenida.

- Puesta en obra del hormigón:

No se colocarán en obra masas que acusen un principio de fraguado. Antes de hormigonar se comprobará que no existen elementos extraños, como barro, trozos de madera, etc. y se regará abundantemente, en especial si se utilizan piezas de entrevigado de arcilla cocida. No se colocarán en obra tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la conformidad del director de la ejecución de obra, una vez que se hayan revisado las armaduras ya colocadas en su posición definitiva. En general, se controlará que el hormigonado del elemento se realice en una jornada. Se adoptarán las medidas necesarias para que, durante el vertido y colocación de las masas de hormigón, no se produzca disgregación de la mezcla, evitándose los movimientos bruscos de la masa, o el impacto contra los encofrados verticales y las armaduras. Queda prohibido el vertido en caída libre para alturas superiores a un metro. En el caso de vigas planas el hormigonado se realizará tras la colocación de las armaduras de negativos, siendo necesario el montaje del forjado. En el caso de vigas de canto con forjados apoyados o empotrados, el hormigonado de la viga será anterior a la colocación del forjado, en el caso de forjados apoyados y tras la colocación del forjado, en el caso de forjados semiempotrados. En el momento del hormigonado, las superficies de las piezas prefabricadas

que van a quedar en contacto con el hormigón vertido en obra deben estar exentas de polvo y convenientemente humedecidas para garantizar la adherencia entre los dos hormigones.

El hormigonado de los nervios o juntas y la losa superior se realizará simultáneamente, compactando con medios adecuados a la consistencia del hormigón. En los forjados de losas alveolares pretensadas se asegurará que la junta quede totalmente rellena. En el caso de losas alveolares pretensadas, la compactación del hormigón de relleno de las juntas se realizará con un vibrador que pueda penetrar en el ancho de las juntas. Las juntas de hormigonado perpendiculares a las viguetas deberán disponerse a una distancia de apoyo no menor que 1/5 de la luz, más allá de la sección en que acaban las armaduras para momentos negativos. Las juntas de hormigonado paralelas a las mismas es aconsejable situarlas sobre el eje de las piezas de entrevigado y nunca sobre los nervios.

En losas/ forjados reticulares el hormigonado de los nervios y de la losa superior se realizará simultáneamente. Se hormigonará la zona maciza alrededor de los pilares. La placa apoyará sobre los pilares (ábaco).

- Compactación del hormigón:

Se realizará mediante los procedimientos adecuados a la consistencia de la mezcla, debiendo prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie. La compactación del hormigón se hará con vibrador, controlando la duración, distancia, profundidad y forma del vibrado. No se rastrillará en forjados. Como criterio general el hormigonado en obra se compactará por picado con barra (los hormigones de consistencia blanda o fluida se picarán hasta la capa inferior ya compactada), vibrado energético, (los hormigones secos se compactarán, en tongadas no superiores a 20 cm) y vibrado normal en los hormigones plásticos o blandos. El re vibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte del director de la ejecución de obra.

- Juntas de hormigonado:

Deberán, en general, estar previstas en el proyecto, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón. Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la dirección facultativa, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. Se evitarán juntas horizontales. No se reanudará el hormigonado, sin que las juntas hayan sido previamente examinadas y aprobadas por el director de la ejecución de obra. Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido suelto y se retirará la capa superficial de mortero utilizando para ello chorro de arena o cepillo de alambre. Se prohíbe a tal fin el uso de productos corrosivos. Para asegurar una buena adherencia entre el hormigón nuevo y el antiguo se eliminará toda lechada existente en el hormigón endurecido, y en el caso de que esté seco, se humedecerá antes de proceder al vertido del nuevo hormigón. Se autorizará el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas siempre que se justifiquen previamente mediante ensayos de suficiente garantía.

La forma de la junta será la adecuada para permitir el paso de hormigón de relleno, con el fin de crear un núcleo capaz de transmitir el esfuerzo cortante entre losas colaterales y para, en el caso de situar en ella armaduras, facilitar su colocación y asegurar una buena adherencia. La sección transversal de las juntas deberá cumplir con los requisitos siguientes: el ancho de la junta en la parte superior de la misma no será menor que 30 mm; el ancho de la junta en la parte inferior de la misma no será menor que 5 mm, ni al diámetro nominal máximo de árido.

- Hormigonado en temperaturas extremas:

La temperatura de la masa del hormigón en el momento de verterla en el molde o encofrado no será inferior a 5 °C. No se autorizará el hormigonado directo sobre superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas, sin haber retirado previamente las partes dañadas por el hielo. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general se suspenderá el hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40 °C o se prevea que, dentro de las 48 h siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C. El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa del director de la ejecución de obra. Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello, los materiales y encofrados deberán estar protegidos del soleamiento y una vez vertido se protegerá la mezcla del sol y del viento, para evitar que se deseque.

- Curado del hormigón:

Se deberán tomar las medidas oportunas para asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón durante el fraguado y primer período de endurecimiento, mediante un adecuado curado. Si el curado se realiza mediante riego directo, éste se hará sin que produzca deslavado de la superficie y utilizando agua sancionada como aceptable por la práctica. Queda prohibido el empleo de agua de mar para hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si el curado se realiza empleando técnicas especiales (curado al vapor, por ejemplo) se procederá con arreglo a las normas de buena práctica propias de dichas técnicas, previa autorización del director de la ejecución de obra. La dirección facultativa comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos, el período de tiempo indicado en el proyecto.

- Hormigones especiales:

Cuando se empleen hormigones reciclados u hormigones autocompactantes, el Autor del Proyecto o la dirección facultativa podrán disponer la obligatoriedad de cumplir las recomendaciones recogidas en las normativas vigentes.

- Descimbrado, desencofrado y desmoldeo:

Las operaciones de descimbrado, desencofrado y desmoldeo no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria. Cuando se trate de obras de importancia y no

se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información para estimar la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento de desencofrado, desmoldeo o descimbrado. El orden de retirada de los puntales en los forjados unidireccionales será desde el centro del vano hacia los extremos y en el caso de voladizos del vuelo hacia el arranque. No se entresacarán ni retirarán puntales sin la autorización previa de la Dirección Facultativa. No se desapuntalará de forma súbita y se adoptarán precauciones para impedir el impacto de las sopandas y puntales sobre el forjado. Se desencofrará transcurrido el tiempo definido en el proyecto y se retirarán los apeos según se haya previsto. El desmontaje de los moldes se realizará manualmente, tras el desencofrado y limpieza de la zona a desmontar. Se cuidará de no romper los cantos inferiores de los nervios de hormigón, al apalancar con la herramienta de desmoldeo. Terminado el desmontaje se procederá a la limpieza de los moldes y su almacenado.

#### **4.2.1.5. Gestión de residuos**

Los residuos generados durante la ejecución de la unidad de obra serán tratados conforme a la parte del pliego correspondiente a la Gestión de residuos de construcción o demolición en la obra.

En el caso de centrales de obra para la fabricación de hormigón, el agua procedente del lavado de sus instalaciones o de los elementos de transporte del hormigón, se verterá sobre zonas específicas, impermeables y adecuadamente señalizadas. Las aguas así almacenadas podrán reutilizarse como agua de amasado para la fabricación del hormigón.

Como criterio general, se procurará evitar la limpieza de los elementos de transporte del hormigón en la obra. En caso de que fuera inevitable dicha limpieza, se deberán seguir un procedimiento semejante al anteriormente indicado para las centrales de obra.

En el caso de producirse situaciones accidentales que provoquen afecciones medioambientales tanto al suelo como a acuíferos cercanos, el constructor deberá sanear el terreno afectado y solicitar la retirada de los correspondientes residuos por un gestor autorizado.

#### **4.2.1.6. Control de ejecución**

El constructor elaborará el Plan de obra y el procedimiento de autocontrol de la ejecución de la estructura, los resultados de todas las comprobaciones realizadas serán documentados en los registros de autocontrol. Además, efectuará una gestión de los acopios que le permita mantener y justificar la trazabilidad de las partidas y remesas recibidas en la obra, de acuerdo con el nivel de control establecido por el proyecto para la estructura.

Antes de iniciar las actividades de control en la obra, la dirección facultativa aprobará el programa de control, preparado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, y considerando el plan de obra del constructor.

Las comprobaciones generales que deben efectuarse para todo tipo de obras durante la ejecución son:

- Comprobaciones de replanteo:

Se comprobará que los ejes de los elementos, las cotas y la geometría de las secciones presentan unas posiciones y magnitudes dimensionales cuyas desviaciones respecto al proyecto son conformes con las tolerancias indicadas en la normativa vigente, para los coeficientes de seguridad de los materiales adoptados en el cálculo de la estructura.

- Cimbras y apuntalamientos:

Se comprobará la correspondencia con los planos de su proyecto, especialmente los elementos de arriostramiento y sistemas de apoyo, asimismo se revisará el montaje y desmontaje.

- Encofrados y moldes:

Previo vertido del hormigón, se comprobará la limpieza de las superficies interiores, la aplicación de producto desencofrante (si necesario), y que la geometría de las secciones es conforme a proyecto. En el caso de encofrados y moldes en los que se dispongan elementos de vibración exterior, se comprobará su ubicación y funcionamiento.

- Armaduras pasivas:

Previo el montaje, se comprobará que el proceso de armado se ha efectuado conforme la normativa vigente, que las longitudes de anclaje y solapo se corresponden con las indicadas en proyecto y que la sección de acero no es menor de la prevista en proyecto.

Se comprobarán especialmente las soldaduras efectuadas en obra y la geometría real de la armadura montada, su correspondencia con los planos. Asimismo, se comprobará que la disposición de separadores (distancia y dimensiones) y elementos auxiliares de montaje, garantiza el recubrimiento.

- Procesos de hormigonado y posteriores al hormigonado:

Se comprobará que no se forman juntas frías entre diferentes tongadas, que se evita la segregación durante la colocación del hormigón, la ausencia de defectos significativos en la superficie del hormigón (coqueras, nidos de grava y otros defectos), las características de aspecto y acabado del hormigón que hubieran podido ser exigidas en el proyecto, además se comprobará que el curado se desarrolla adecuadamente durante, al menos el período de tiempo indicado en el proyecto.

- Montaje y uniones de elementos prefabricados:

Se prestará especial atención al mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de los apoyos, enlaces y uniones.

- Elemento terminado:

En el caso de que el proyecto adopte en el cálculo unos coeficientes de ponderación de los materiales reducidos, se deberá comprobar que se cumplen específicamente las tolerancias geométricas establecidas en el proyecto.

En el caso de que la Propiedad hubiera establecido exigencias relativas a la contribución de la estructura a la sostenibilidad, la dirección facultativa deberá comprobar durante la fase de ejecución que, con los medios y procedimientos reales empleados en la misma, se satisface el mismo nivel (A, B, C, D ó E) que el definido en el proyecto para el índice ICES.

## **5. Recepción y control de productos**

### **5.1. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas**

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:

- a) El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.
- b) El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2.
- c) El control mediante ensayos, conforme el artículo 7.2.3.

#### **5.1.1. Documentación de suministros y ensayos**

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- a) Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- b) El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- c) Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por el Reglamento (UE) N<sup>o</sup> 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

Este Reglamento fija condiciones para la introducción en el mercado o comercialización de los productos de construcción estableciendo reglas armonizadas sobre cómo expresar las prestaciones de los productos de construcción en relación con sus características esenciales y sobre el uso del marcado CE en dichos productos.

## **5.2. Relación de productos con Mercado CE**

A continuación, se incluye un listado de productos clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente a partir de:

- La relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 2 de marzo de 2015, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el período de coexistencia y la entrada en vigor del mercado CE relativo a varias familias de productos de construcción.
- La relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 15 de diciembre de 2011, de la Dirección General de Industria, por la que se modifican y amplían los anexos I, II y III de la Orden CTE/2276/2002, de 4 de septiembre, por la que se establece la entrada en vigor del mercado CE relativo a determinados productos de construcción conforme al Documento de Idoneidad Técnica Europeo.

Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, la referencia a la norma UNE de aplicación o la Guía DITE, como un DEE; y el sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones.

En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (\*), que son los productos para los que se amplía la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar

a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar el cumplimiento de las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

## **6. Gestión de residuos de construcción o demolición de la obra**

### **6.1. Descripción**

Operaciones destinadas al almacenamiento, el manejo, la separación y en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción o demolición generados dentro de la obra. Se considera residuo lo expuesto en la Ley 7/2022, de 8 de abril, y obra de construcción o demolición la actividad descrita en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

### **6.2. Criterios de medición y valoración de unidades**

Metro cúbico y tonelada de residuo de construcción y demolición generado en la obra, codificado según la vigente Lista Europea de Residuos (LER) en Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: 40 t.
- Metal: 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

### **6.3. Características técnicas de cada unidad de obra**

#### **6.3.1. Condiciones previas**

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, centro de reciclaje de plásticos/madera...) son centros con la autorización del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicho órgano, e inscritos en los registros correspondientes. El poseedor de residuos está obligado a presentar a la propiedad de estos un Plan que acredite como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con la gestión de residuos en la obra; se ajustará a lo expresado en el estudio de gestión de residuos incluido, por el productor de residuos, en el proyecto de ejecución. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Las actividades de valorización en la obra se llevarán a cabo sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar procedimientos ni métodos que perjudiquen al medio ambiente y, en particular, al

agua, al aire, al suelo, a la fauna o a la flora, sin provocar molestias por ruido ni olores y sin dañar el paisaje y los espacios naturales que gocen de algún tipo de protección de acuerdo con la legislación aplicable.

En el caso en que la legislación de la Comunidad Autónoma exima de la autorización administrativa para las operaciones de valorización de los residuos no peligrosos de construcción y demolición en la misma obra, las actividades deberán quedar obligatoriamente registradas en la forma que establezca la Comunidad Autónoma.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente aquellos datos expresados en el artículo 5 del Real Decreto 105/2008. El poseedor de residuos tiene la obligación, mientras se encuentren en su poder, de mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

### **6.3.2. Proceso de ejecución**

La separación en las diferentes fracciones se llevará a cabo, preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Cuando, por falta de espacio físico en la obra, no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación externa a la obra, con la obligación, por parte del poseedor, de sufragar los correspondientes costes de gestión y de obtener la documentación acreditativa de que se ha cumplido, en su nombre, la obligación que le correspondía.

Se deberá planificar la ejecución de la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su posible minimización o reutilización, así como designar un coordinador responsable de poner en marcha el Plan y explicarlo a todos los miembros del equipo. El personal debe tener la formación suficiente sobre los procedimientos establecidos para la correcta gestión de los residuos generados (rellenar la documentación de transferencia de residuos, comprobar la calificación de los transportistas y la correcta manipulación de los residuos).

El almacenamiento de los materiales o productos de construcción en la obra debe tener un emplazamiento seguro y que facilite su manejo para reducir el vandalismo y la rotura de piezas.

Deben tomarse medidas para minimizar la generación de residuos en obra durante el suministro, el acopio de materiales y durante la ejecución de la obra. Para ello se solicitará a los proveedores que realicen sus suministros con la menor cantidad posible de embalaje y envases, sin menoscabo de la calidad de los productos. Prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Deben separarse los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados. No deben colocarse residuos apilados y mal protegidos alrededor de la obra para evitar tropiezos y accidentes.

Las excavaciones se ajustarán a las dimensiones especificadas en proyecto.

En cuanto a los materiales, se deberán replantear en obra y comprobar la cantidad a emplear previo suministro para generar el menor volumen de residuos.

Los materiales bituminosos se pedirán en rollos, lo más ajustados posible, a las dimensiones necesarias para evitar sobrantes. Antes de su colocación, se planificará su disposición para proceder a la apertura del menor número de rollos.

En la ejecución de revestimientos de yeso, se recomienda la disposición de un contenedor específico para la acumulación de grandes cantidades de pasta que puedan contaminar los residuos pétreos.

En cuanto a la obra de fábrica y pequeños elementos, estos deben utilizarse en piezas completas; los recortes se reutilizarán para solucionar detalles que deban resolverse con piezas pequeñas, evitando de este modo la rotura de nuevas piezas. Para facilitar esta tarea es conveniente delimitar un área donde almacenar estas piezas que luego serán reutilizadas.

Los restos procedentes del lavado de las cubas del suministro de hormigón serán considerados como residuos.

Los residuos especiales tales como aceites, pinturas y productos químicos, deben separarse y guardarse en contenedor seguro o en zona reservada y cerrada. Se prestará especial atención al derrame o vertido de productos químicos (por ejemplo, líquidos de batería) o aceites usados en la maquinaria de obra. Igualmente, se deberá evitar el derrame de lodos o residuos procedentes del lavado de la maquinaria que, frecuentemente, pueden contener también disolventes, grasas y aceites.

En el caso en que se adopten otras medidas de minimización de residuos, se deberá informar, de forma fehaciente, a la Dirección Facultativa para su conocimiento y aprobación, sin que éstas supongan menoscabo de la calidad de la ejecución.

Las actividades de valorización de residuos en obra se ajustarán a lo establecido en el proyecto de obra. En particular, la dirección facultativa de la obra deberá aprobar los medios previstos para dicha valorización in situ.

En las obras de demolición, deberá primarse los trabajos de deconstrucción sobre los de demolición indiscriminada. En el caso en que los residuos generados sean reutilizables, se tratarán con cuidado para no deteriorarlos y almacenarlos en lugar seguro evitando que se mezclen con otros residuos.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

En el caso de los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Las tierras superficiales que puedan utilizarse para jardinería se retirarán con cuidado y almacenarán evitando la humedad excesiva y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto deberán cumplir el Real Decreto 108/1991, así como la legislación laboral correspondiente. La determinación de residuos peligrosos se hará según la vigente Lista Europea de Residuos (LER) en Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014.

Cuando se generen residuos clasificados como peligrosos, el poseedor (constructor) deberá separarlos respecto a los no peligrosos, acopiándolos por separado e identificando claramente el tipo de residuo y su fecha de almacenaje, ya que los residuos peligrosos no podrán ser almacenados más de seis meses en la obra.

Asimismo, los residuos de carácter urbano generados en la obra serán gestionados según los preceptos marcados por la legislación y autoridades municipales.

### **6.3.3. Prescripción en cuanto al almacenamiento de la obra**

Se dispondrán los contenedores más adecuados para cada tipo de residuo.

Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente. Estas etiquetas tendrán el tamaño y disposición adecuada, de forma que sean visibles, inteligibles y duraderas, esto es, capaces de soportar el deterioro de los agentes atmosféricos y el paso del tiempo. Las etiquetas deben informar sobre qué materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible y facilitar la correcta separación de cada residuo. En los mismos debe figurar aquella información que se detalla en la correspondiente reglamentación de cada Comunidad Autónoma, así como las ordenanzas municipales. El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

Una vez alcanzado el volumen máximo admisible para el saco o contenedor, el productor del residuo tapará el mismo y solicitará, de forma inmediata, al transportista autorizado, su retirada. El productor deberá proceder a la limpieza del espacio ocupado por el contenedor o saco al efectuar las sustituciones o retirada de los mismos. Los transportistas de tierras deberán proceder a la limpieza de la vía afectada, en el supuesto de que la vía pública se ensucie a consecuencia de las operaciones de carga y transporte.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

#### **6.3.4. Prescripción en cuanto al control documental de la gestión**

El poseedor deberá entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de residuos.

Para aquellos residuos que sean reutilizados en otras obras, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

El gestor de los residuos deberá extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.

Tanto el productor como el poseedor deberán mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### **7. Condiciones instalación de protección contra incendios**

#### **7.1. Control de calidad**

##### **7.1.1. Materiales**

###### **7.1.1.1. Extintor portátil de polvo**

Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente anti-brasa, con presión incorporada, de eficacia 34A-113B, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora.

###### **7.1.1.2. Extintor portátil de CO<sub>2</sub>**

Extintor portátil de nieve carbónica CO<sub>2</sub>, de eficacia 89B, de 5 kg de agente extintor, construido de acero, con soporte y manguera con difusor, según norma UNE. Equipos certificados con AENOR.

###### **7.1.1.3. Pulsador manual de alarma de incendio**

Equipo completo de pulsador de alarma rearmable con marcado CE, semi empotrable, con LED de indicación de estado, fabricado en ABS y pintado en color rojo, con tapa plástica exterior de protección, incluye diodo interno para ser distinguido por la central de incendios, conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE 23007 y UNE-EN 54 y en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios, según DB SI-4 del CTE.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

#### **7.1.1.4. Boca de incendio equipada**

La BIE es un dispositivo de extinción de incendios que se instalará de forma fija conectada a la red de abastecimiento de agua. Con manguera semi-rígida de 20 metros, válvula de apertura y boquilla regulable.

#### **7.1.1.5. Rociador automático**

El rociador es un dispositivo de extinción que se activa automáticamente al detectar un aumento de la temperatura. Red de tuberías conectadas a rociadores que descargan agua de forma localizada sobre un fuego.

#### **7.1.1.6. Hidrante exterior**

El hidrante es un dispositivo de suministro de agua instalado en el exterior y conectado a una red de abastecimiento de agua. Facilitará la conexión rápida de mangueras de bomberos para la extinción.

#### **7.1.1.7. Señalización PVC**

Placa para señalización de instalaciones manuales de protección contra incendios fabricada en PVC, foto luminiscente, con pictograma serigrafiado, de dimensiones 297x297mm, conforme a las especificaciones dispuestas en las normas UNE 23033- 1:1981 y UNE 23035-4:2003.

### **7.2. Normas y ejecución de las instalaciones. Instaladores autorizados**

- Instaladores

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, a que se refiere este Reglamento, con excepción de los extintores portátiles se realizará por instaladores debidamente autorizados. Deberán contar con un técnico titulado, responsable técnico, que acredite su preparación e idoneidad para desempeñar la actividad. Y con documentación acreditativa de haber concertado un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones. Una vez concluida la instalación, el instalador facilitará al comprador o usuario de esta la documentación técnica e instrucciones de mantenimiento peculiares de la instalación, necesarias para su buen uso y conservación.

- Mantenimiento

El mantenimiento y reparación de aparatos, equipos, y sistemas y sus componentes, empleados en la protección contra incendios, deben ser realizados por mantenedores autorizados.

Los mantenedores autorizados adquirirán las siguientes obligaciones en relación con los aparatos, equipos, o sistemas cuyo mantenimiento o reparación les sea encomendado:

- Revisar, mantener y comprobar los aparatos, equipos o instalaciones de acuerdo con los plazos reglamentarios, utilizando recambios o piezas originales.

- Facilitar personal competente y suficientemente cuando sea requerido para corregir las deficiencias o averías que se produzcan en los aparatos, equipos o sistemas cuyo mantenimiento tiene encomendado.
- Informar por escrito al titular de los aparatos, equipos o sistemas que no ofrezcan garantía de correcto funcionamiento, presenten deficiencias que no puedan ser corregidas durante el mantenimiento o no cumplan las disposiciones vigentes que les sean aplicables. Dicho informe será razonado técnicamente.
- Conservar la documentación justificativa de las operaciones de mantenimiento que realice, sus fechas de ejecución, resultados e incidencias, elementos sustituidos y cuanto se considere digno de mención para conocer el estado de operatividad del aparato, equipo o sistema cuya conservación se realice. Una copia de dicha documentación se entregará al titular de los aparatos, equipos o sistemas.
- Comunicar al titular de los aparatos, equipos o sistemas, las fechas en que corresponde efectuar las operaciones de mantenimiento periódicas.

Cuando el usuario de aparatos, equipos, o sistemas acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones de protección contra incendios, podrá adquirir la condición de mantenedor de estas, si obtiene la autorización de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma. Mantenimiento mínimo de las instalaciones de protección contra incendios: En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente. En la memoria descriptiva se indica de forma más detallada el programa de mantenimiento de la instalación

Cada seis meses:

- Sistemas automáticos de detección y alarma de incendios. Comprobación de funcionamiento de las instalaciones y sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos.
- Comprobación de funcionamiento de la instalación (con cada fuente de suministro).
- Extintores de incendio: Comprobación de la accesibilidad, buen estado aparente de conservación, seguros precintos, inscripciones, manguera, etc., comprobación del estado de carga (peso y presión) del extintor, estado de las partes mecánicas (boquilla, válvulas, manguera, etc.).
- Bocas de incendio equipadas (BIE): Comprobación de la buena accesibilidad y señalización de los equipos. Comprobación por inspección de todos los componentes, procedimiento a desenrollar la manguera en toda su extensión y accionamiento de la boquilla caso de ser de varias posiciones, comprobación, por lectura del manómetro de la presión de servicio, limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

### **7.3. Pruebas reglamentarias**

#### **Pruebas de pulsadores**

Se realizará simultáneamente con los detectores y darán señal simultánea a la del detector, se probarán el 100% y se rechazarán los que no cumplan con la reacción inmediata.

#### **Prueba extintores manuales**

Se tomará al azar un extintor de cada tipo y se revisará la fecha de timbrado y el precinto de carga. Se pararán y se verificarán los datos reales con los nominales, rechazándose para una discrepancia del  $\pm 2\%$  en peso.

#### **Prueba BIEs**

Se probarán simultáneamente 2 BIEs de tipo 25 mm, por un período de 30 minutos y se verificarán los siguientes aspectos:

- Caudal y presión correctos.
- Alcance del chorro de agua.
- Carencia de fugas o exudaciones en red, válvulas y mangueras.
- Funcionamiento de la lanza de triple efecto.
- Recepción en centro de control de señales de activación y funcionamiento de grupo de presión.
- Se verificará que las bombas al 140 % de caudal nominal dan al menos el 70 % de la presión de diseño y a su vez para una presión del 130 % de la de diseño y a caudal 0 no se superan los 12 bar.

La prueba se rechazará si alguno de estos aspectos no cumple con las expectativas de proyecto.

### **7.4. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

Los medios materiales de protección contra incendios se someterán al programa mínimo de mantenimiento que se establece en las tablas I, II y III del Real Decreto 513/2017 de 22 de mayo (Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios).

Las operaciones de mantenimiento recogidas en la tabla II serán efectuadas por el personal de un mantenedor habilitado.

Las operaciones de mantenimiento recogidas en las tablas I y III serán efectuadas por el personal del fabricante, o mantenedor habilitado para los tipos de aparatos, equipos o sistemas de que se trate, o bien por personal del usuario sin necesidad de estar habilitado.

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación conservarán constancia documental del cumplimiento del programa preventivo, indicando, como mínimo:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

- Las operaciones efectuadas.
- El resultado de las verificaciones y pruebas.
- La sustitución de elementos defectuosos que se haya realizado.

Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de la Comunidad Valenciana.

#### **7.5. Documentación de prueba en marcha de las instalaciones**

Según el artículo 20 del Real Decreto 513/2017 del Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI): “Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección activa contra incendios señaladas en el apartado 1 del artículo anterior, se requiere:

- La presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma en materia de industria, antes de la puesta en funcionamiento de estas de un certificado de la empresa instaladora, emitido por un técnico titulado competente designado por la misma, en el que se hará constar que la instalación se ha realizado de conformidad con lo establecido en este reglamento y de acuerdo con el proyecto o documentación técnica.
- Tener suscrito un contrato de mantenimiento con una empresa mantenedora debidamente habilitada, que cubra, al menos, los mantenimientos de los equipos y sistemas sujetos a este reglamento, según corresponda. Excepcionalmente, si el titular de la instalación se habilita como mantenedor y dispone de los medios y organización necesarios para efectuar su propio mantenimiento, y asume su ejecución y la responsabilidad de este, será eximido de su contratación.
- Para la puesta en servicio de las instalaciones de protección activa contra incendios señaladas en el apartado 2 del artículo anterior, se atenderá a lo previsto en el Código Técnico de la Edificación.”



# ANEXO DE CÁLCULOS

“Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)”

NOELIA LÓPEZ MONTERO

## Índice del Anexo de Cálculos

1.	Cálculos de la Instalación de Protección Contra Incendios .....	3
1.1.	Cálculo del nivel de riesgo intrínseco .....	3
1.1.1.	Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio.....	3
1.2.	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión .....	12
1.3.	Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	15
1.4.	Sistemas de hidrantes exteriores .....	22
1.5.	Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	26
1.5.1.	SECTOR 1 (Nave 1 + Nave 6) .....	26
1.5.2.	SECTOR 2 (Nave 2 + Nave 5) .....	32
1.5.3.	SECTOR 3 (Nave 3 + Nave 4) .....	36
1.5.4.	SECTOR 4 (Nave 7 + Nave 8 + Nave 9).....	38
1.5.5.	SECTOR 7 (Nave 10) .....	41
1.5.6.	Puestos de control .....	42
1.6.	Sistema de abastecimiento de agua.....	49
1.6.1.	Grupo de bombeo.....	50
1.6.2.	Depósito de agua .....	50
2.	Cálculos Estructurales .....	51
2.1.	Modelo de cálculo .....	51
2.2.	Normativa de aplicación utilizada en cálculos .....	51
2.2.1.	Cálculo a Sismo .....	51
2.3.	Losa de apoyo de depósito PCI.....	53
2.3.1.	Acciones consideradas .....	53
2.3.2.	Datos del terreno.....	54
2.3.3.	Combinaciones de cargas.....	54
2.3.4.	Materiales utilizados.....	56
2.3.5.	Resultados de cálculos realizados.....	57
2.4.	Caseta para equipos de bombeo.....	57
2.4.1.	Acciones consideradas .....	57
2.4.2.	Hipótesis y método de cálculo.....	63

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

2.4.3.	Materiales utilizados.....	65
2.4.4.	Resultados comprobaciones ELU.....	66

El presente documento pretende describir de manera detallada todos los procedimientos y resultados obtenidos en los cálculos necesarios para obtener las necesidades de la instalación de protección contra incendios del establecimiento y el cálculo estructural para la caseta que albergará estos equipos de presión para la instalación y la losa de cimentación sobre la cual se ubicará el depósito de abastecimiento de agua.

## **1. Cálculos de la Instalación de Protección Contra Incendios**

### **1.1. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco**

#### **1.1.1. Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, así como del nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio**

Para llevar a cabo este cálculo, se sigue el punto 3 del Anexo I del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, que dice lo siguiente:

“Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación.

Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.

- Para los tipos A, B y C se considera sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará:

Calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum G_i q_i C_i}{A} R_a \quad \left( \text{MJ}/\text{m}^2 \right) \text{ o } \left( \text{Mcal}/\text{m}^2 \right)$$

Donde:

$Q_s$  = densidad de carga de fuego, ponderada o corregida, del sector o área de incendio en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$G_i$  = masa, en Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

$q_i$  = poder calorífico, en MJ/Kg o Mcal/Kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

C<sub>i</sub> = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R<sub>a</sub> = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10% de la superficie del sector o área de incendio.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.

Como alternativa a la fórmula anterior se puede evaluar la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q<sub>S</sub>, del sector de incendio aplicando las siguientes expresiones:

- Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_S = \frac{\sum Q_{si} S_i C_i}{A} R_a \quad \left( \text{MJ}/\text{m}^2 \right) \text{ o } \left( \text{Mcal}/\text{m}^2 \right)$$

Donde:

Q<sub>S</sub> = densidad de carga de fuego ponderada y corregida, del sector de incendios en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

Q<sub>si</sub> = densidad de carga al fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

S<sub>i</sub> = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, Q<sub>si</sub> diferente, en m<sup>2</sup>.

C<sub>i</sub> = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R<sub>a</sub> = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

- Para el supuesto de zonas de almacenamiento se debe utilizar:

$$Q_S = \frac{\sum (q_{vi} \times S_i \times h_i \times C_i)}{A} R_a \quad \left( \text{MJ}/\text{m}^2 \right) \text{ o } \left( \text{Mcal}/\text{m}^2 \right)$$

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Donde  $Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$  y  $A$  tienen la misma significación que en la fórmula anterior.

$q_{vi}$  = Carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$h_i$  = Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles (i) en metros.

$S_i$  = Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m<sup>2</sup>.

**Tabla 1. RSCIEI: "Tabla 1.1. Grado de peligrosidad de los combustibles"**

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, $C_i$		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o un conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de la aplicación de este reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_e$ , de dicho edificio industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} A_i}{\sum_1^i A_i} \left( \text{MJ}/\text{m}^2 \right) \text{ o } \left( \text{Mcal}/\text{m}^2 \right)$$

Donde:

$Q_e$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_{si}$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_i$  = Superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

A los efectos de este reglamento, el nivel de riesgo intrínseco de un establecimiento industrial, cuando desarrolla su actividad en más de un edificio, ubicados en un mismo recinto, se evaluará calculando la siguiente expresión. Que determina la carga de fuego, ponderada y corregida,  $Q_E$ , de dicho establecimiento industrial:

$$Q_E = \frac{\sum_1^i Q_{ei} A_{ei}}{\sum_1^i A_{ei}} \left( \text{MJ}/\text{m}^2 \right) \text{ o } \left( \text{Mcal}/\text{m}^2 \right)$$

Donde:

$Q_E$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$Q_{ei}$  = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.

$A_{ei}$  = Superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial, en m<sup>2</sup>.

**Tabla 2. RSCIEI: "Tabla 1.3" Densidad de carga de fuego ponderada y corregida**

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

Para la evaluación del riesgo intrínseco se puede recurrir igualmente al uso de métodos de evaluación de reconocido prestigio; en tal caso, deberá justificarse en el proyecto el método empleado.

Los valores de densidad de carga de fuego media de los productos almacenados en los diferentes sectores se toman de los valores de las tablas 1.2."

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Inicialmente, antes de realizar ningún cálculo se dispone de una tabla resumen de todos los sectores con su uso y su superficie correspondiente sobre la cual haremos los cálculos.

*Tabla 3. Características sectores de incendio*

SECTOR	DESCRIPCIÓN	USO	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.
1	Nave 1 y 6	Almacén	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C
2	Nave 2 y 5	Almacén	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C
3	Nave 3 y 4	Almacén	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C
4	Nave 7, 8 y 9	Almacén	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C
5	Planta Molienda	Producción	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C
6.1	Oficinas y Vestuarios	Administrativo	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C
6.2 (*)	Oficinas y Laboratorios	Administrativo	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C
6.3 (*)	Oficinas y Cuartos Técnicos	Administrativo	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C
7	Nave 10	Almacén	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C

**(\*) Según el RSCIEI: “Si el área de oficinas tiene una superficie mayor que 250 m<sup>2</sup>, deberá seguir las exigencias del CTE DB-SI, mientras que el resto del establecimiento, de uso industrial, seguirá las prescripciones de este reglamento.”**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Con estos datos iniciales, se elige sobre la tabla 1.2 del RSCIEI, la actividad correspondiente a cada uno de los sectores de incendio, puesto que existen almacenes de materia prima, de producto terminado (que se asimila a la harina) y oficinas técnicas, se escogen los siguientes valores:

**Tabla 4. RSCIEI: Extracto "Tabla 1.2"**

ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q <sub>s</sub>		Ra	q <sub>v</sub>		Ra
	MJ/m <sup>2</sup>	Mcal/m <sup>2</sup>		MJ/m <sup>3</sup>	Mcal/m <sup>3</sup>	
Alimentación, materias primas				3.400	817	2,0
Harina en sacos	2.000	481	2,0	8.400	2.019	2,0
Oficinas técnicas	600	144	1,0			

Para el caso de los sectores a los que les aplica el CTE DB-SI (sectores 6.2 y 6.3), la norma aporta directamente el valor predeterminado de la carga al fuego del sector en la tabla B.6.

**Tabla 5. CTE DB SI: "Tabla B.6. Valores de densidad de carga de fuego variable característica según el uso previsto"**

	Valor característico [MJ/m <sup>2</sup> ]
Comercial	730
Residencial Vivienda	650
Hospitalario / Residencial Público	280
<b>Administrativo</b>	<b>520</b>
Docente	350
Pública Concurrencia (teatros, cines)	365
Aparcamiento	280

Con todos estos valores iniciales, se realizan unas tablas Excel las cuales se programan con las fórmulas del RSCIEI anteriormente indicadas y se calcula así el nivel de riesgo en cada uno de los sectores igual que el general del establecimiento.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Tabla 6. Cálculo carga al fuego de los sectores del establecimiento**

SECTOR	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD / Ref: R.D. 2267/2004 Almacenamiento de: / Fabricación de:	Ai Sup. Const. (m2)	Si (m2)	qsi (pro) (MJ/m2)	Vi (m3)	qsi (alm) (MJ/m3)	Ci	Ra	$qsi \times Si \times Ci \times Ra$ (MJ) Prod	$qsi \times Vi \times Ci \times Ra$ (MJ) Alm.	Qs (MJ/m2)	NRI
<b>S1</b>	<b>NAVE 1 + NAVE 6</b>												
	Producto almacenado. Estanterías	Cartón y embalajes	115			20	3.400	1	2		136.000		
	Producto almacenado. Estanterías	Harina en sacos	1125,51			1050	8.400	1	2		17.640.000		
	<b>SECTOR 1</b>		<b>1.249,01</b>								17.776.000	<b>17.776.000</b>	<b>14.232,07</b> <b>ALTO - 8</b>
<b>S2</b>	<b>NAVE 2 + NAVE 5</b>												
	Producto almacenado. Estanterías	Cartón y embalajes	110			30	3.400	1	2		204.000		
	Producto almacenado. Estanterías	Harina en sacos	334,83			383,33	8.400	1	2		6.439.944		
	Produccion	Harina en sacos	854,62	500	2.000,00			1	2	2.000.000			
	<b>SECTOR 2</b>		<b>1.313,51</b>								6.643.944	<b>6.643.944</b>	<b>5.058,16</b> <b>ALTO - 6</b>

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

<b>S3</b>	<b>NAVE 3 + NAVE 4</b>										
	Produccion	Harina en sacos	358,64	358,64	2.000,00			1	2	1434.560	
	Producto almacenado	Cartón y embalajes	70			20	3.400	1	2		136.000
	Depósitos y Silos	Alimentación materias primas	300	300		1.000,00	3.400	1	2		6.800.000
	Producto almacenado. Estanterías	Harina en sacos	476,6			395,83	8.400	1	2		6.649.944
	<b>SECTOR 3</b>		<b>1.210,39</b>							<b>1434.560</b>	<b>13.585.944</b>
										<b>15.020.504</b>	<b>12.409,64</b>
											<b>ALTO - 7</b>
<b>S4</b>	<b>NAVE 7 + NAVE 8 + NAVE 9</b>										
	Produccion	Harina en sacos	480	140	2.000,00			1,3	2	728.000	
	Producto almacenado. Estanterías	Cartón y embalajes	50			7	3.400	1,3	1,5		46.410
	Producto almacenado. Estanterías	Harina en sacos	964,36			508,33	8.400	1,3	2		11.101.927
	<b>SECTOR 4</b>		<b>1.584,94</b>							<b>728.000</b>	<b>11.148.337</b>
										<b>11.876.337</b>	<b>7.493,24</b>
											<b>ALTO - 7</b>
<b>S5</b>	<b>PLANTA MOLIENDA</b>										
	Producto almacenado. Estanterías	Harina en sacos	351,36			80	8.400	1,3	2		1.747.200
	Produccion	Harina en sacos	500	200	2.000,00			1,3	2	1.040.000	
	Producto almacenado	Cartón y embalajes	20			2	3.400	1,3	1,5		13.260
	<b>SECTOR 5</b>		<b>801,15</b>							<b>1.040.000</b>	<b>1.760.460</b>
										<b>2.800.460</b>	<b>3.495,55</b>
											<b>ALTO - 6</b>
<b>S 6.1</b>	<b>OFICINAS Y VESTUARIOS</b>										
	Oficinas técnicas		228,90	200	600			1,3	1	156.000	
	<b>SECTOR 6.1</b>		<b>228,90</b>							<b>156.000</b>	<b>156.000</b>
											<b>681,52</b>
											<b>BAJO - 2</b>
<b>S 6.2</b>	<b>OFICINAS Y LABORATORIOS</b>										
	CTE		437,85								
	<b>SECTOR 6.2</b>		<b>437,85</b>								<b>520,00</b>
											<b>BAJO - 2</b>

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

<b>S 6.3 OFICINAS Y CUARTOS TÉCNICOS</b>									
CTE		349,25							
<b>SECTOR 6.3</b>		<b>349,25</b>				<b>520,00</b>		<b>BAJO - 2</b>	
<b>S7 NAVE 10</b>									
Producto almacenado. Estanterías		Alimentación materias primas		385	956	3.400	1	1,5	4.875,600
<b>SECTOR 7</b>		<b>3.222,40</b>				<b>4.875,600</b>		<b>4.875,600 1.513,03 MEDIO - 5</b>	
<b>ESTABLECIMIENTO</b>		<b>10.397,40</b>				<b>5.728,18</b>		<b>ALTO - 6</b>	

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Por tanto, tras realizar los cálculos mostrados se obtiene:

*Tabla 7. Carga al fuego y nivel de riesgo de los sectores de incendio del establecimiento*

SECTOR	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE CONSTRUIDA	CONF.	CARGA DE FUEGO (Qs)	NIVEL RIESGO
1	Nave 1 y 6 (ALM)	1.249,01 m <sup>2</sup>	Tipo C	14.232,07 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 8
2	Nave 2 y 5 (ALM)	1.313,51 m <sup>2</sup>	Tipo C	5.058,16 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 6
3	Nave 3 y 4 (ALM)	1.210,39 m <sup>2</sup>	Tipo C	12.409,64 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 7
4	Nave 7, 8 y 9 (ALM)	1.584,94 m <sup>2</sup>	Tipo C	7.493,24 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 7
5	Planta Molienda (PROD)	801,15 m <sup>2</sup>	Tipo C	3.495,55 MJ/m <sup>2</sup>	ALTO 6
6.1	Oficinas y Vestuarios (ADM)	228,90 m <sup>2</sup>	Tipo C	681,52 MJ/m <sup>2</sup>	BAJO 2
6.2	Oficinas y Laboratorios (ADM)	437,85 m <sup>2</sup>	Tipo C	520,00 MJ/m <sup>2</sup>	BAJO 2
6.3	Oficinas y Cuartos Técnicos (ADM)	349,25 m <sup>2</sup>	Tipo C	520,00 MJ/m <sup>2</sup>	BAJO 2
7	Nave 10 (ALM)	3.222,40 m <sup>2</sup>	Tipo C	1.513,03 MJ/m <sup>2</sup>	MEDIO 5

## 1.2. Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión

Según lo dispuesto en el apartado 4.4 de la "MEMORIA" del presente proyecto, será necesaria la ventilación en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7. En este anexo se comprueba si será suficiente con la ventilación natural existente hoy en día o será necesario instalación de rejillas, o en su caso, ventilación forzada.

Según el punto 7 del Anexo II del RSCIEI: "Para naves de menor superficie, se podrán aplicar los siguientes valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos.

- a) Los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:

1º Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0.5 m<sup>2</sup>/150 m<sup>2</sup> o fracción.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

2º Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0.5 m<sup>2</sup>/200 m<sup>2</sup>, o fracción.

b) Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si:

1º Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0.5 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup>, o fracción.

2º Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de 0.5 m<sup>2</sup>/150 m<sup>2</sup>, o fracción.

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

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

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

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

A continuación, se realiza un pequeño cálculo sobre la superficie aerodinámica necesaria por sector según lo dispuesto anteriormente, y, si con los huecos existentes actualmente se cubre esta área.

### **SECTOR 1 – Almacenamiento – Riesgo ALTO**

Mínima superficie aerodinámica: 0.5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup>

Superficie sector: 1.249,01 m<sup>2</sup>

Mínima superficie aerodinámica necesaria: 4,16 m<sup>2</sup>

- Actualmente el sector cuenta con 2 huecos de puertas al exterior de 2x5 m, es decir, cuenta con una superficie aerodinámica de 20 m<sup>2</sup> → **CUMPLE, no sería necesario adecuar la ventilación.**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

### **SECTOR 2 – Almacenamiento – Riesgo ALTO**

Mínima superficie aerodinámica: 0.5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup>

Superficie sector: 1.313,51 m<sup>2</sup>

Mínima superficie aerodinámica necesaria: 4,38 m<sup>2</sup>

- Actualmente el sector cuenta con 2 huecos de puertas al exterior de 2x5 m, es decir, cuenta con una superficie aerodinámica de 20 m<sup>2</sup> → **CUMPLE, no sería necesario adecuar la ventilación.**

### **SECTOR 3 – Almacenamiento – Riesgo ALTO**

Mínima superficie aerodinámica: 0.5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup>

Superficie sector: 1.210,39 m<sup>2</sup>

Mínima superficie aerodinámica necesaria: 4,03 m<sup>2</sup>

- Actualmente el sector cuenta con 2 huecos de puertas al exterior de 2x5 m y 1 hueco de 1x2 m, es decir, cuenta con una superficie aerodinámica de 22 m<sup>2</sup> → **CUMPLE, no sería necesario adecuar la ventilación.**

### **SECTOR 4 – Almacenamiento – Riesgo ALTO**

Mínima superficie aerodinámica: 0.5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup>

Superficie sector: 1.584,94 m<sup>2</sup>

Mínima superficie aerodinámica necesaria: 5,28 m<sup>2</sup>

- Actualmente el sector cuenta con 2 huecos de puertas al exterior de 2x5 m y 3 huecos de 1x2 m, es decir, cuenta con una superficie aerodinámica de 26 m<sup>2</sup> → **CUMPLE, no sería necesario adecuar la ventilación.**

### **SECTOR 7 – Almacenamiento – Riesgo ALTO**

Mínima superficie aerodinámica: 0.5 m<sup>2</sup> / 150 m<sup>2</sup>

Superficie sector: 3.222,40 m<sup>2</sup>

Mínima superficie aerodinámica necesaria: 10,74 m<sup>2</sup>

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

- Actualmente el sector cuenta con 4 huecos de puertas al exterior de 2x5 m y 5 huecos de 1x2 m, es decir, cuenta con una superficie aerodinámica de 50 m<sup>2</sup> → **CUMPLE, no sería necesario adecuar la ventilación.**

Como se observa, en todos los sectores los cuales la norma requiere la existencia de ventilación y evacuación de humos, se cumple con la ventilación natural acorde a la normativa vigente. Por lo que no sería necesario en ninguno de ellos ninguna actuación para adecuar dicha instalación.

### 1.3. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Según lo dispuesto en el apartado 4.8.4 de la “MEMORIA” del presente proyecto, será necesaria la instalación de BIEs en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7. En este anexo se llevan a cabo los cálculos correspondientes.

Cabe indicar inicialmente, que, todos los sectores que necesitan de dicha instalación son riesgo ALTO excepto el sector 7. Puesto que un sector ALTO es más restrictivo, se llevan los cálculos a cabo considerando un riesgo ALTO.

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

\* Se admitirá BIE de 25 mm como toma adicional del 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

A pesar de que se instalan BIEs de 25 mm con toma adicional de 45 mm como se justifica en la “MEMORIA”, el cálculo se realizará con 3 BIEs simultáneas de 45 mm.

Según el Real Decreto 2267/2004:

“El caudal unitario será el correspondiente a aplicar a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor “K” del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bar, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.”

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Con estos datos se obtiene que el diámetro equivalente mínimo será de 13 mm y la presión de la boquilla podrá variar entre 2 y 5 bares. Con esto, según el criterio del RSCIEI:

Diámetro del orificio de la boquilla = 5 mm	→	$K_{boquilla} > 9,5$
" " " 7 mm	→	$K_{boquilla} > 30$
" " " 9 mm	→	$K_{boquilla} > 53$
" " " 10 mm	→	$K_{boquilla} > 68$
" " " 12 mm	→	$K_{boquilla} > 106$
" " " 13 mm	→	$K_{boquilla} > 117$
" " " 14 mm	→	$K_{boquilla} > 133$
" " " 16 mm	→	$K_{boquilla} > 167$

Por tanto, si se realizan los cálculos adecuados, se consigue:

- Presión mínima en la boquilla = 2 bar

$$Q = 117 \cdot \sqrt{2} = 165,46 \text{ l/min} \rightarrow P_{manómetro} = \frac{1}{85^2} \cdot 165,46^2 = 3,79 \text{ bar}$$

- Presión máxima en la boquilla = 5 bar

$$Q = 117 \cdot \sqrt{5} = 261,62 \text{ l/min} \rightarrow P_{manómetro} = \frac{1}{85^2} \cdot 261,62^2 = 9,47 \text{ bar}$$

Por otro lado, se obtienen los diámetros de la instalación, para ello, según indica el apartado 5 de la Guía Técnica de Aplicación RIPCI, "un caudal apropiado para una BIE de 25 mm es del entorno a los 100 l/min, y para una BIE de 45 mm es de, al menos, 160 l/min". Por lo que:

- Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)
- V = velocidad (m/s)
- S = superficie de la boca (m<sup>2</sup>)

Sustituyendo los datos:

$$Q = 160 \text{ l/min} = 0,00267 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 0,045^2}{4} = 0,00159 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,00267}{0,00159} \rightarrow V = 1,679 \text{ m/s}$$

Según los datos calculados, el diámetro mínimo de las tuberías que abastezcan a la instalación será:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

$$D = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot 4}{V \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00267 \cdot 4}{1,679 \cdot \pi}} = 0,0636 \text{ m} = 63,6 \text{ mm}$$

**Tabla 8. Diámetros nominales comerciales de tuberías de acero**

NPS	DN	PVC
3/8	10	16
1/2	15	20
3/4	20	25
1	25	32
1 1/4	32	40
1 1/2	40	50
2	50	63
2 1/2	65	75
3	80	90
3 1/2	90	
4	100	110
4 1/2	115	
5	125	140

Considerando los diámetros nominales comerciales, se usará tubería de DN80 (3") para los tramos de tuberías que circule el agua correspondiente para más de una BIE, y para los tramos que únicamente abastezcan una BIE se pasará a tubería de DN65 (2 ½").

Todos los cálculos hidráulicos se diseñan y se comprueban sus resultados con el software de cálculo DMELECT especializado en instalaciones para edificios, concretamente, se hará uso del módulo de PCI.

A continuación, se explica resumidamente el funcionamiento del programa. Se parte por realizar un plano donde se disponga la ubicación de las redes que se quieran calcular.

Con esto, en la pestaña de "Configuración del Edificio", se asigna la planta con la altura correspondiente (en este caso supondremos 15 m ya que está por encima de la altura de la nave más alta y después se ajustará la altura de cada uno de los elementos), con esta planta definida, se dispone de fondo el plano realizado con la distribución de los equipos.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

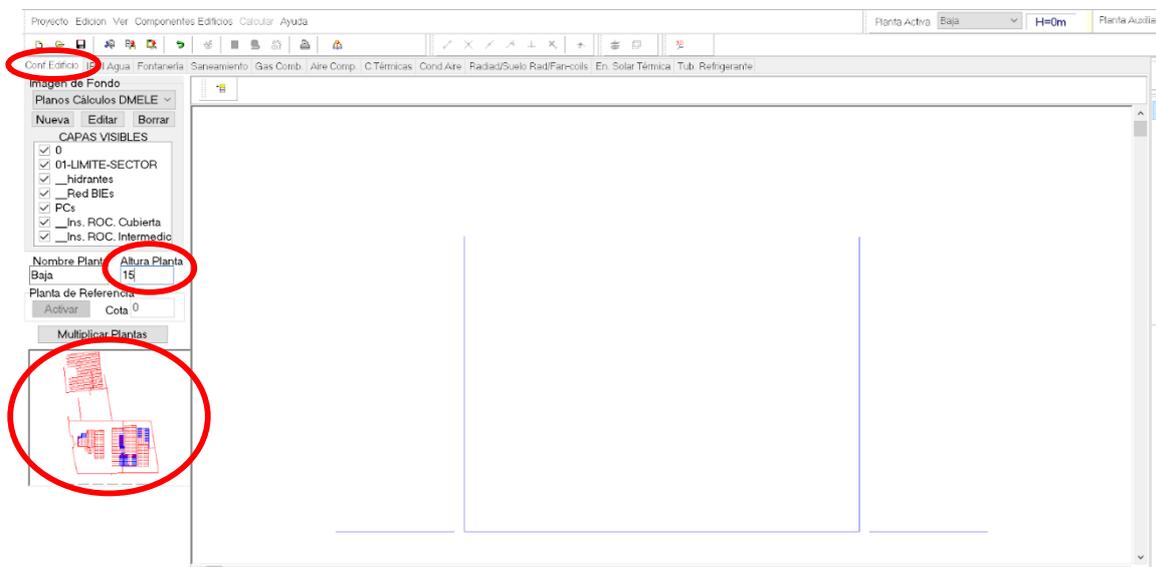


Figura 1. Ventana inicio software de cálculo DMELECT

A continuación, en la pestaña "IPCI agua", donde nada más acceder, se encuentra en la pantalla la imagen seleccionada de fondo sobre la cual se dibuja la instalación.

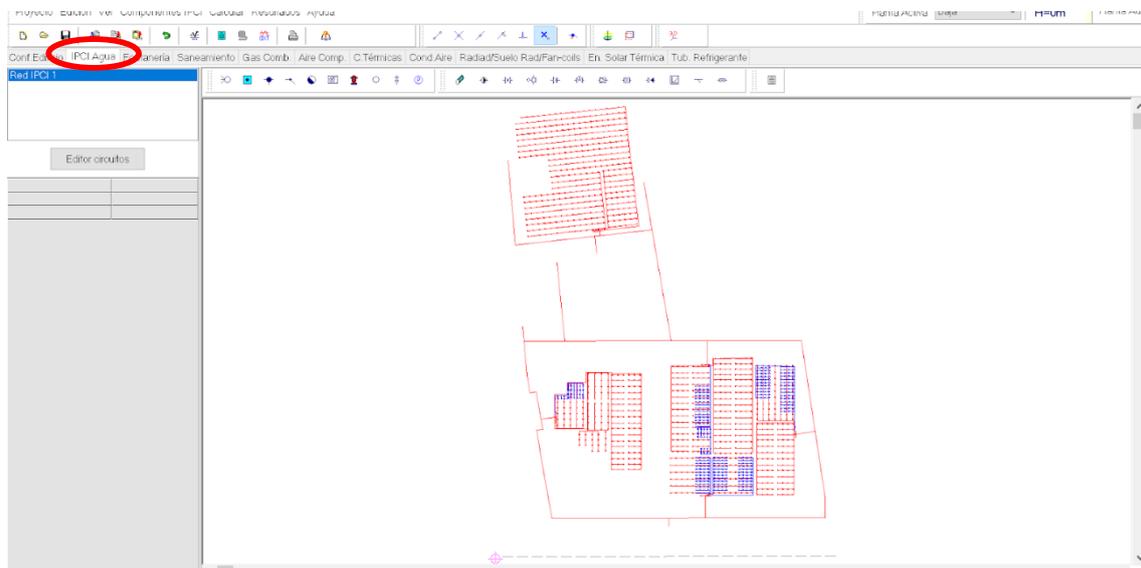


Figura 2. Pantalla inicial módulo PCI software de cálculo DMELECT

En esta pestaña se encuentran los siguientes símbolos:

-  Depósito acumulador
-  Nudo de derivación o conexión ramas diferentes
-  Nudo de paso o conexión ramas comunes

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

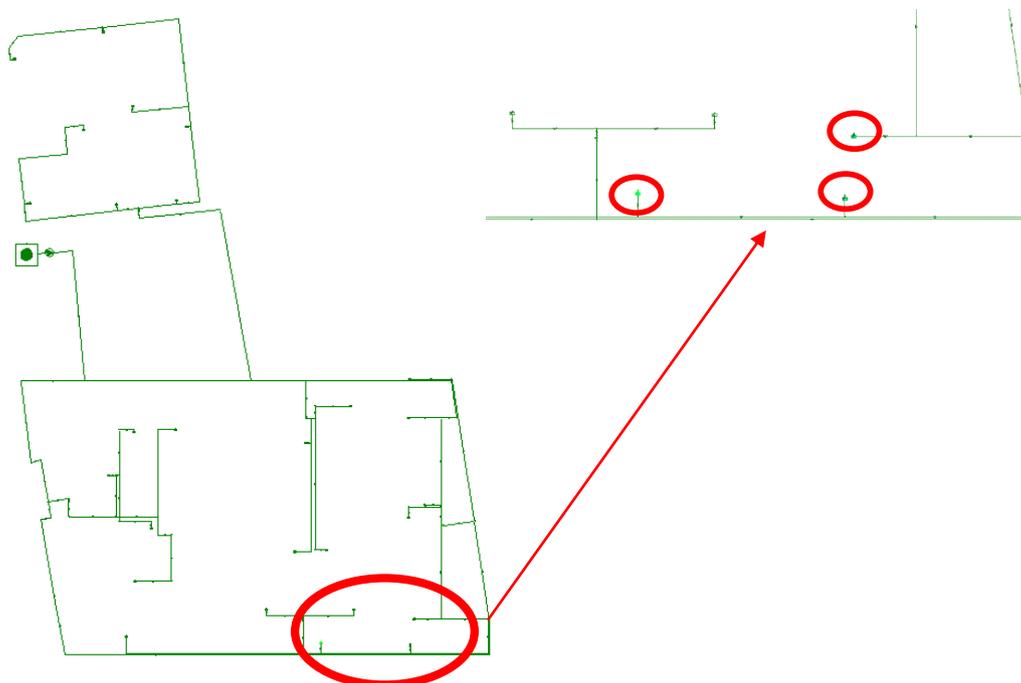
-  Conexión entre plantas
-  Boca de incendio equipada (BIE)
-  Hidrante exterior
-  Rociador automático
-  Tubería
-  Grupo de bombeo
-  Válvula de control y alarma

A continuación, se diseña la red en el software de cálculo considerando 3 BIEs simultáneas de 45mm y los diámetros de tuberías obtenidos con el cálculo, de esta forma, se comprueba en los resultados finales que las presiones oscilan entre las calculadas anteriormente, además de las necesidades del grupo de bombeo (con los más desfavorables) y reserva de agua (con los más favorables).

Cabe indicar, que se consideran 5 agrupaciones de naves las cuales cuentan con un puesto de control para dividir la red de BIEs en 5 sistemas diferentes por tal de facilitar el posible mantenimiento. En los planos se muestra la ubicación y distribución de estos puestos de control.

Tras el cálculo con las BIEs más desfavorables para obtener la bomba necesaria:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)



**Figura 3. Área desfavorable para el sistema de Bocas de Incendio Equipadas**

Se obtiene que en las 3 BIEs en funcionamiento las presiones de la boquilla se mantienen entre 2 y 5 bar:

**Tabla 9. Resultados DMELECT área desfavorable red de Bocas de Incendio Equipadas**

Nudo	Cota(m)	Factor K	φ(mm)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Pdinám. (bar)	Pboquilla (bar)	Caudal (l/s)	Caudal (l/min)
538	1,5	85	BIE 45	41,93	40,425	3,963	2,068	2,821	169,27
539	0			41,7	41,697	4,088		0	0
540	0			41,43	41,43	4,062		0	0
541	0			40,83	40,835	4,003		0	0
542	1,5	85	BIE 45	40,79	39,291	3,852	2,01	2,781	166,879
543	0			40,65	40,646	3,985		0	0
544	1,5	85	BIE 45	40,59	39,093*	3,833*	2	2,774	166,458

Y, la bomba necesaria tendrá las siguientes características.

Bomba 111, Caudal (l/s): 8,38; Presión (mca): 48,2  
 Caudal BIES (l/min): 502,61  
 Reserva BIES (l): 30.156,42  
 P mínima BIES-Boquilla (bar): 2 ; Nudo: 544

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Para el caso de la reserva de agua necesaria, se considera el área más favorable:

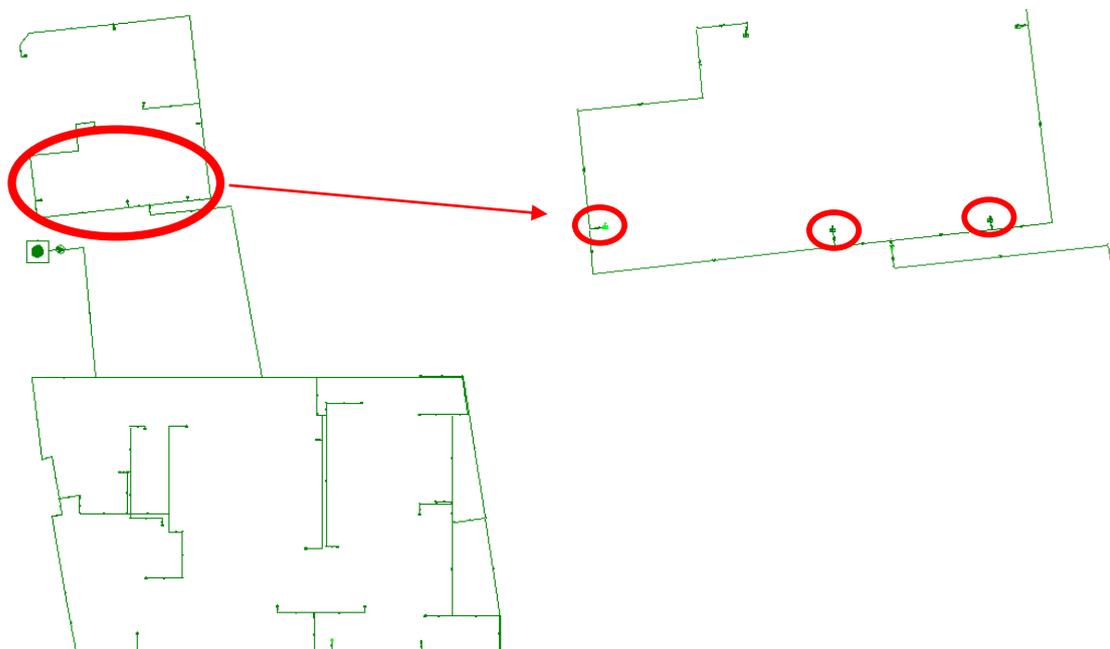


Figura 4. Área favorable para el sistema de Bocas de Incendio Equipadas

Igual que para el área desfavorable, se comprueba que las presiones en la boquilla de la BIE son correctas y no se salen del rango definido.

Tabla 10. Resultados DMELECT área favorable red de Bocas de Incendio Equipadas

Nudo	Cota(m)	Factor K	φ(mm)	H(mca)	Pdinám. (mca)	Pdinám. (bar)	Pboquilla (bar)	Caudal (l/s)	Caudal (l/min)
108	1,5	85	BIE 45	40,59	39,095*	3,833*	2	2,774	166,461
109	1,5	85	BIE 45	40,82	39,318	3,855	2,012	2,782	166,935
110	0			40,94	40,935	4,013		0	0
111	0			40,94	40,935	4,013		0	0
112	1,5			40,94	39,435	3,866		0	0
113	0			40,94	40,935	4,013		0	0
114	1,5			40,94	39,435	3,866		0	0
115	1,5	85	BIE 45	40,94	39,435	3,866		0	0
116	1,5	85	BIE 45	40,94	39,435	3,866		0	0
117	1,5	85	BIE 45	40,91	39,407	3,863	2,016	2,785	167,124

Y, la reserva de agua necesaria será de:

Bomba 111, Caudal (l/s): 8,34; Presión (mca): 42,22  
 Caudal BIES (l/min): 500,52  
 Reserva BIES (l): 30.031,18  
 P mínima BIES-Boquilla (bar): 2 ; Nudo: 108

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Resumen necesidades instalación Bocas de Incendio Equipadas:

- Grupo bombeo:  $Q = 8,38 \text{ l/s} = 30,17 \text{ m}^3/\text{h}$ , y  $P = 48,2 \text{ mca}$ .
- Reserva:  $R = 30.031,18 \text{ litros} = 31 \text{ m}^3$ .

#### 1.4. Sistemas de hidrantes exteriores

Como se indica en el punto 4.8.5 de la "MEMORIA", será necesaria la instalación de hidrantes exteriores en el establecimiento industrial, y siguiendo el punto 7.2 del Anexo III del RSCIEI sobre la Implantación:

"El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará haciendo que se cumplan las condiciones:

- a) La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.
- b) Al menos uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.
- c) La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de cinco (5) m."

En consideración de estos requisitos se diseña un anillo alrededor de todo el establecimiento industrial sobre el que se disponen los hidrantes necesarios cumpliendo radios y distancias necesarias. Serán necesarios un total de 9 hidrantes, 1 de ellos con salida de 100 mm.

La disposición y ubicación de estos, quedará representada en los planos adjuntos.

En cuanto a los cálculos, siguiendo la tabla del punto 7.3 de necesidades de agua para hidrantes exteriores, y sabiendo que tenemos un riesgo ALTO en el establecimiento:

**Tabla 11. RSCIEI: "Necesidades de agua para hidrantes exteriores"**

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)
A	500	30	1000	60	1000	90
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

NOTAS:

1) Cuando en un establecimiento industrial, constituido por configuraciones de tipo C, D o E, existan almacenamientos de productos combustibles en el exterior, los caudales indicados en la tabla se incrementarán en 500 l/min.

2) La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de cinco bar cuando se estén descargando los caudales indicados.

3) Para establecimientos para los que por su ubicación esté justificada la no realización de una instalación específica, si existe red pública de hidrantes, deberá indicarse en el proyecto la situación del hidrante más próximo y la presión mínima garantizada.

Se obtiene que las necesidades para la instalación serán:

- Caudal necesario: 2.000 l/min
- Autonomía necesaria: 90 min
- Reserva necesaria: 2.000 l/min · 90 min = 180.000 litros = 180 m<sup>3</sup>
- Presión mínima de los hidrantes: 5 bar (51 mca)

A continuación, con ayuda del software de cálculo, se diseña la red para obtener, con las características iniciales previamente obtenidas, las necesidades para el grupo de bombeo y la reserva que abastezca este sistema.

El RSCIEI no indica nada sobre el número de hidrantes que deben funcionar simultáneamente. Para el cálculo, se considera que funcionan 2 simultáneamente para proporcionar los 2.000 l/min que se necesitan por normativa, ya que suponiendo que todo lo proporciona el mismo elemento, se obtendrían velocidades y pérdidas de carga muy elevadas.

Se considerarán los dos más desfavorable para la obtención de las características para el grupo de bombeo y los dos más favorables para la obtención de las características de la reserva necesarias.

Antes, se calculará el diámetro de la tubería del anillo de abastecimiento. Para ello, siguiente un criterio funcional, se considera una velocidad de diseño de 2,5 m/s, y un caudal de 200 l/min, es decir, 0,033 m<sup>3</sup>/s. Por tanto:

$$Q = v \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,033}{\pi \cdot 2,5}} = 0,1296 \text{ m} \rightarrow D = 129,6 \text{ mm}$$

El diámetro para el anillo que abastece a la red de hidrantes exteriores será DN140, se elige como material de la tubería polietileno de alta densidad (PE100 PN10), esto se debe a que se diseña la red enterrada y este tipo de material es el indicado para que la red circule bajo tierra.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

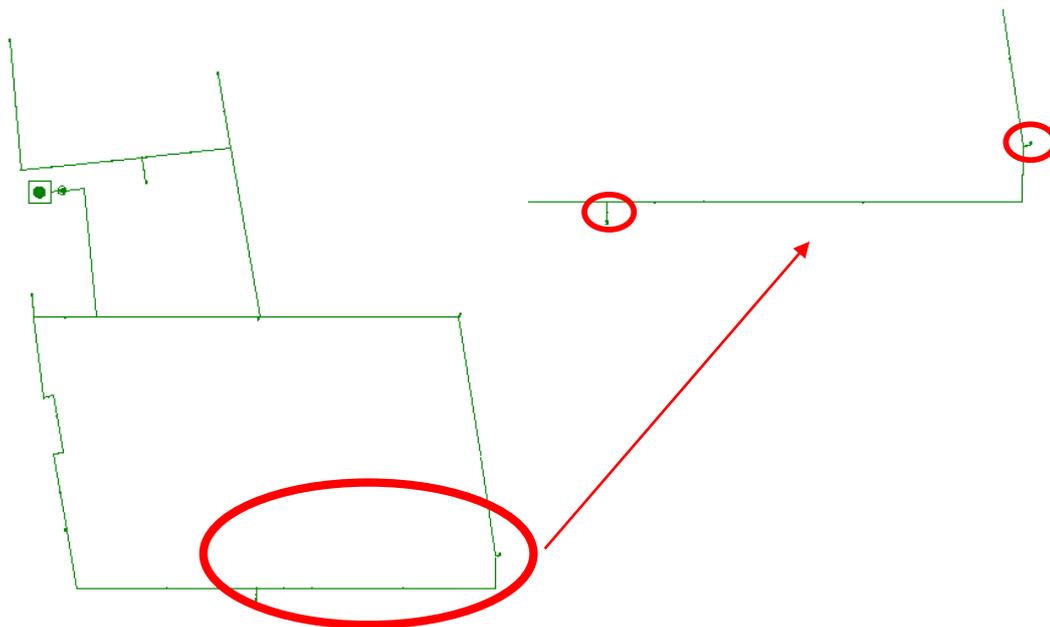
**Tabla 12. Diámetros nominales comerciales de tubería PE 100**

Presión Nominal	PN 4		PN 6		PN 8		PN 10	
SDR	Espesor (mm)	Peso (Kg/m)	SDR 26		SDR 21		SDR 17	
Diámetro Nominal (mm)	e min (mm)	Peso (Kg/m)	e min (mm)	Peso (Kg/m)	e min (mm)	Peso (Kg/m)	e min (mm)	Peso (Kg/m)
20	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	2,0	0,207
40	-	-	-	-	2,0	0,263	2,4	0,316
50	-	-	2,0	0,332	2,4	0,400	3,0	0,479
63	-	-	2,5	0,526	3,0	0,612	3,8	0,762
75	-	-	2,9	0,715	3,6	0,878	4,5	1,077
90	-	-	3,5	1,039	4,3	1,260	5,4	1,546
110	-	-	4,2	1,525	5,3	1,885	6,6	2,293
125	-	-	4,8	1,951	6,0	2,394	7,4	2,926
140	-	-	5,4	2,274	6,7	2,786	8,3	3,402
160	-	-	6,2	3,234	7,7	3,932	9,5	4,783
180	-	-	6,9	3,727	8,6	4,589	10,7	5,628
200	-	-	7,7	4,616	9,6	5,686	11,9	6,950
225	-	-	8,6	5,796	10,8	7,191	13,4	8,799
250	-	-	9,6	7,182	11,9	8,803	14,8	10,797
280	-	-	10,7	8,961	13,4	11,092	16,6	13,556
315	7,7	7,527	12,1	11,390	15,0	13,965	18,7	17,171
355	8,7	9,576	13,6	14,421	16,9	17,723	21,2	21,922
400	9,8	12,138	15,3	18,271	19,1	22,556	23,7	27,619

A continuación, se diseña la red en el programa de cálculo teniendo en cuenta el diámetro de la tubería obtenido y así se consiguen las necesidades tanto para el grupo de bombeo como la reserva para esta instalación.

Partiendo de los hidrantes más desfavorables, se obtiene:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

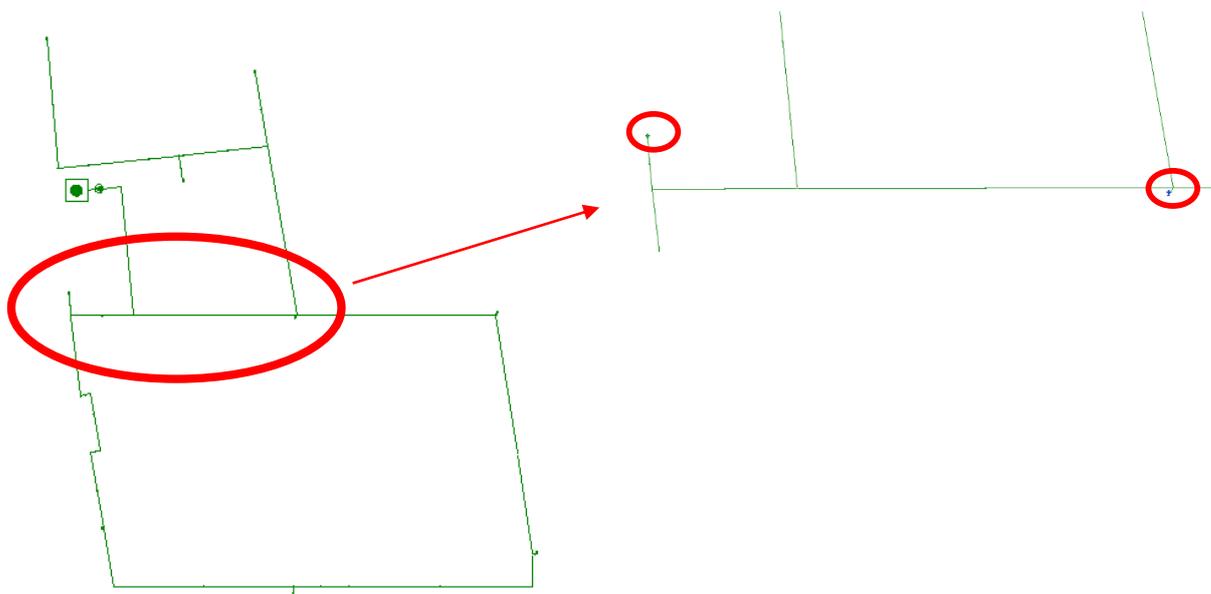


*Figura 5. Área desfavorable red de Hidrantes Exteriores*

Se obtienen las siguientes características del grupo de bombeo necesario:

Bomba 33, Caudal (l/s): 33,33; Presión (mca): 59
Caudal HIDRANTES (l/min): 2.000
Reserva HIDRANTES (l): 120.000
P mínima HIDRANTES (bar): 5 ; Nudo: 29

Por otro lado, como hidrantes más favorables para conseguir la reserva necesaria:



*Figura 6. Área favorable red de Hidrantes Exteriores*

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

Con este cálculo, se consiguen las siguientes necesidades de reserva:

Bomba 33, Caudal (l/s): 33,33; Presión (mca): 55,51 Caudal HIDRANTES (l/min): 2.000 Reserva HIDRANTES (l): 120.000 P mínima HIDRANTES (bar): 5 ; Nudo: 32
--

Resumen necesidades instalación Hidrantes Exteriores:

- Grupo bombeo: **Q = 33,33 l/s = 119,99 m<sup>3</sup>/h, y P = 59 mca.**
- Reserva: **R = 120.000 litros = 120 m<sup>3</sup>.**

### 1.5. Sistemas de rociadores automáticos de agua

Cabe indicar inicialmente, como se ha comentado ya en apartados anteriores, el cálculo hidráulico se resuelve mediante un software de cálculo llamado DMELECT el cual se explicará en el siguiente apartado de “sistema de abastecimiento de agua”. Por ello, en este apartado veremos sector por sector sus necesidades y características que han de tener los sistemas de rociadores y más adelante iremos al cálculo.

Como se ha dicho en el apartado 3.8.6 de la “MEMORIA”, hará falta de sistemas de rociadores automáticos en los sectores 1, 2, 3, 4 y 7. Para la selección de características y rociadores adecuados para cada uno de ellos, nos centraremos en la norma **UNE-EN 12845:2016 + A1 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.**

#### 1.5.1. SECTOR 1 (Nave 1 + Nave 6)

##### ➤ NAVE 1

- Altura nave: 11,40 metros
- Altura máxima almacenamiento: 4,95 metros (3 niveles de estanterías con 1,65 metros entre ellos)

Según datos iniciales del establecimiento, la nave 1 está dedicada al almacenamiento de endospermo de garrofín, es decir, una parte del fruto de la algarroba y el cual se utiliza en la industria alimentaria como aditivo natural, además de palets de madera. Esto según la norma anteriormente citada, se clasificaría como un **REA 2, categoría II.**

“Un almacenamiento REA 2 se aplica a tipos de almacenamiento donde hay presencia de polvos combustibles, como pueden ser:

- Almacenes de grano.
- Almacenes de azúcar.
- Almacenes de harina.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

- Almacenes de productos químicos.
- Almacenes de madera o productos derivados de la madera.”

Por otro lado, diremos que contamos con un almacenamiento en estantería paletizada (ST4), como se indica en la figura 3 de la norma.

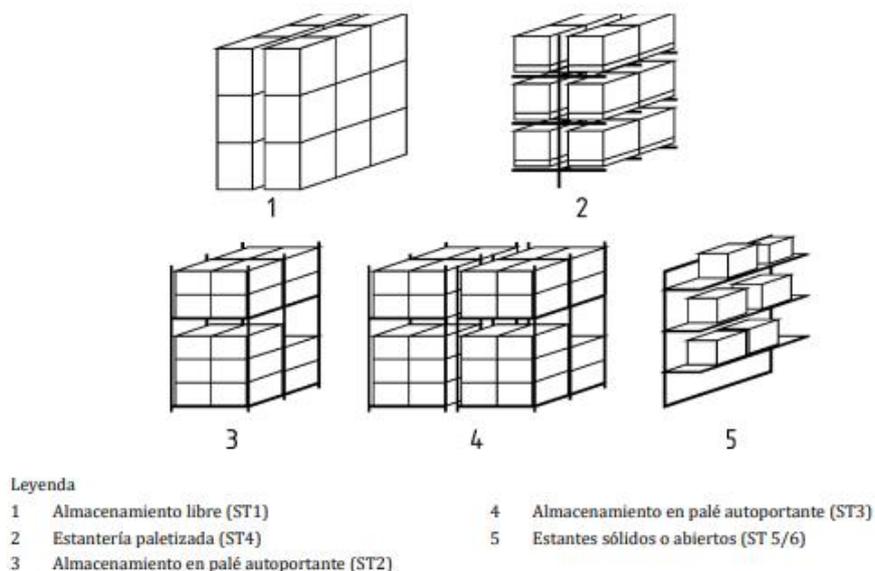


Figura 7. UNE 12845: "Figura 3. Configuración de almacenamiento"

Por último, es necesario verificar si es necesaria o no la instalación de rociadores intermedios en estanterías en el almacén. Según la Tabla 2 de la norma "Requisitos de protección y limitaciones para configuraciones de almacenamiento ST1 a ST6", nos indica lo siguiente:

Tabla 13. UNE 12845: "Tabla 2. Requisitos de protección y limitaciones para configuraciones de almacenamiento ST1 a ST6"

a	No aplicable.
b	Se recomienda protección de rociador en estantería en nivel intermedio.
c	Método de protección limitado a riesgos donde los rociadores de techo están menos de 4 m por encima del nivel más alto de artículos almacenados. Donde los rociadores de techo están más de 4 m por encima del nivel más alto de artículos almacenados, se deben usar rociadores en estantería en nivel intermedio.
d	Se supone que la protección de rociador en estantería en nivel intermedio en tres estanterías está hidráulicamente implicada, véase el apartado 7.2.3.3.
e	Se supone que la protección de rociador en estantería en nivel intermedio en dos estanterías está hidráulicamente implicada, véase el apartado 7.2.3.3.
f	Se supone que la protección de rociador en estantería en nivel intermedio en una estantería está hidráulicamente implicada, véase el apartado 7.2.3.3.
g	Se supone que la protección de rociador en estantería en nivel intermedio en una o dos estanterías está hidráulicamente implicada, véase el apartado 7.2.3.3.
h	Si no es posible instalar rociadores intermedios en almacenamiento ST6, se deben instalar mamparas longitudinales y transversales en toda la altura, longitudinalmente dentro de cada estante. Toda la altura de la mampara debe construirse según la Norma EN 13501-1, Euroclase A1, A2 o equivalente nacional.

Por lo que, como se indica al inicio del estudio de la nave, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 11 metros, y la máxima de

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

almacenamiento es de 4,95 metros, es decir, habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **sí será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Como los rociadores ESFR no permiten instalación de rociadores intermedios, se decide instalar rociadores CMSA.

Por último, mirando las tablas de la norma UNE 12845, encontraremos el resto de características necesarias tanto para rociadores de cubierta como de estanterías con los datos de partida tomados hasta ahora:

**Tabla 14. UNE 12845: "Tabla 5. Criterios de diseño para rociadores de cubierta o techo con rociadores en estanterías"**

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento por encima del nivel superior de protección en estantería (véase NOTA 1)				Densidad de diseño mm/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la NOTA 2)] m <sup>2</sup>
	m					
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV		
ST4 Estanterías paletizadas	3,5	3,4	2,2	1,6	7,5	260
			2,6	2,0	10,0	
			3,2	2,3	12,5	
			3,5	2,7	15,0	
ST5 y ST6 Estantes sólidos o abiertos	3,5	3,4	2,2	1,6	7,5	260
			2,6	2,0	10,0	
			3,2	2,3	12,5	
			3,5	2,7	15,0	

NOTA 1 La distancia vertical desde el nivel más alto de rociadores en estantería hasta la parte superior del almacenamiento.

NOTA 2 Se deberían evitar los sistemas secos y alternos en almacenamiento Riesgo Extra, especialmente con los productos más combustibles (las categorías más altas) y el almacenamiento más alto. Si a pesar de ello fuera necesario instalar un sistema seco o alterno, el área de operación se debería aumentar en un 25%.

Para los rociadores en cubierta, sabiendo la configuración de almacenamiento ST4 y Categoría II, obtenemos una densidad de diseño de **7,5 mm/min** y un área de operación de **260 m<sup>2</sup>**.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Tabla 15. UNE 12845: "Tabla 37a. Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo"

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	80 o 115
REP y REA rociadores de techo o cubierta	≤ 10	convencional, pulverizador	80, 115 o 160
	> 10	convencional, pulverizador	115 o 160
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos apilados		convencional, pulverizador y pulverizador plano	80 o 115

Como se observa, tanto para rociadores de techo como intermedios se cuenta con un factor nominal de **K 80**.

Tabla 16. UNE 12845: "Tabla 19. Cobertura máxima y separación para rociadores diferentes de los de pared"

Clase de riesgo	Superficie máxima por rociador	Distancias máximas como se muestran en la figura 8 m		
		Distribución normal	Distribución al tresbolillo	
	m <sup>2</sup>	S y D	S	D
RL	21,0	4,6	4,6	4,6
RO	12,0	4,0	4,6	4,0
REP y REA	9,0	3,7	3,7	3,7

Puesto que se cuenta con un riesgo REA, se considera que cada rociador cubrirá una **superficie máxima de 9 m<sup>2</sup>**, y puesto que la distribución será normal, la separación máxima **entre los rociadores será de 3,7 metros**.

Tabla 17. UNE 12845. Tiempo funcionamiento de rociadores según el riesgo

- RL 30 min
- RO 60 min
- REP 90 min
- REA 90 min

Como se cuenta con un riesgo REA, el tiempo de funcionamiento del sistema de rociadores será de **90 minutos**.

#### 13.4.4 Presión mínima de descarga en rociador

La presión en el rociador situado hidráulicamente más desfavorable, cuando todos los rociadores en el área de operación están funcionando, debe ser no menos que aquella requerida para lograr la densidad especificada en el apartado 13.4.1, o lo siguiente, la que sea mayor:

- 0,70 bar en RL;
- 0,35 bar en RO;
- 0,50 bar en REP y REA excepto para rociadores en estantería;
- 1,00 bar para rociadores en estantería de K 115;
- 2,00 bar para rociadores en estantería de K 80.

Figura 8. UNE 12845. Punto 13.4.4

Como bien indica el punto 13.4.4, se considera en los **rociadores de techo** una presión mínima de descarga de **0,5 bar**, y para los **rociadores intermedios 2 bares**.

#### 7.2.3 Rociadores en estantería en nivel intermedio

**7.2.3.1** Donde más de 50 rociadores de nivel intermedio estén instalados en las estanterías, no se deben alimentar desde el mismo puesto de control que los rociadores de cubierta o techo.

**7.2.3.2** La densidad de diseño para los rociadores de cubierta o techo debe ser como mínimo de 7,5 mm/min sobre un área de operación de 260 m<sup>2</sup>. Si los artículos están almacenados por encima del nivel más alto de protección intermedia, los criterios de diseño para los rociadores de cubierta o techo se deben tomar de la tabla 5.

**7.2.3.3** Para los fines del cálculo hidráulico, se debe suponer que **tres rociadores están funcionando simultáneamente en la posición hidráulicamente más alejada en cada nivel de rociadores intermedios, hasta un máximo de tres niveles.** Donde los pasillos entre estanterías son de 2,4 m o más de anchura, solo es necesario suponer que una estantería está implicada. Donde los pasillos entre estanterías son de menos de 2,4 m pero mayores que o iguales a 1,2 m de anchura, se debe suponer dos estanterías implicadas. Donde los pasillos entre estanterías son de menos de 1,2 m de anchura, se debe suponer tres estanterías implicadas.

Figura 9. UNE 12845. Punto 7.2.3

Por último, a nivel de rociadores en estanterías, cabe destacar que cuando existan más de 50 rociadores intermedios, deberán llevar su propio puesto de control. Estos puestos de control están representados en los planos y se identifican cuántos hacen falta en la instalación.

Por otro lado, se considerará lo indicado en el punto 7.2.3.3 en cuanto a rociadores en funcionamiento para el cálculo, es decir, 3 rociadores en cada nivel, hasta como máximo 3 niveles.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Resumen necesidades NAVE 1:		
	Rociadores Techo	Rociadores Intermedios
Riesgo	REA 2, categoría II	
Densidad de diseño	7,5 mm/min	7,5 mm/min
Área de operación	260 m <sup>2</sup>	260 m <sup>2</sup>
Factor K	K 80	K 80
Cobertura rociador	9 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>
Rociadores en funcionamiento	$N = 260/9 = 29$ rociadores	$N = 3 \cdot 2 = 6$ rociadores
Tiempo funcionamiento	90 minutos	
Presión mínima	0,5 bar	2 bar

➤ **NAVE 6**

- Altura nave: 11,40 metros
- Altura máxima almacenamiento: 5,25 metros (3 niveles de estanterías con 1,75 metros entre ellos)

Esta nave contiene el mismo material de almacenamiento que la nave 1, por lo que también se considera como un REA 2, categoría II.

El almacenamiento se realiza sobre estanterías paletizadas, es decir, almacenamiento ST4.

Además, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 11 metros, y la máxima de almacenamiento es de 5,25 metros, es decir, habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **sí será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Resumen necesidades NAVE 6:		
	Rociadores Techo	Rociadores Intermedios
<b>Riesgo</b>	REA 2, categoría II	
<b>Densidad de diseño</b>	7,5 mm/min	7,5 mm/min
<b>Área de operación</b>	260 m <sup>2</sup>	260 m <sup>2</sup>
<b>Factor K</b>	K 80	K 80
<b>Cobertura rociador</b>	9 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>
<b>Rociadores en funcionamiento</b>	$N = 260/9 = 29$ rociadores	$N = 3 \cdot 2 = 6$ rociadores
<b>Tiempo funcionamiento</b>	90 minutos	
<b>Presión mínima</b>	0,5 bar	2 bar

### 1.5.2. SECTOR 2 (Nave 2 + Nave 5)

#### ➤ NAVE 2

- Altura nave: 11,40 metros
- Altura máxima almacenamiento: 4,95 metros (3 niveles de estanterías con 1,65 metros entre ellos)

Igual que todas las naves del establecimiento destinadas a almacenamiento, como las naves 1 y 6, van a almacenar el mismo producto y de la misma manera, por lo que, la nave 2, tendrá un riesgo REA2, categoría II, y un tipo de almacenamiento ST4.

Además, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 11 metros, y la máxima de almacenamiento es de 4,95 metros, es decir, habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **sí será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Resumen necesidades NAVE 2:		
	Rociadores Techo	Rociadores Intermedios
<b>Riesgo</b>	REA 2, categoría II	
<b>Densidad de diseño</b>	7,5 mm/min	7,5 mm/min
<b>Área de operación</b>	260 m <sup>2</sup>	260 m <sup>2</sup>
<b>Factor K</b>	K 80	K 80
<b>Cobertura rociador</b>	9 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>
<b>Rociadores en funcionamiento</b>	$N = 260/9 = 29$ rociadores	$N = 3 \cdot 2 = 6$ rociadores
<b>Tiempo funcionamiento</b>	90 minutos	
<b>Presión mínima</b>	0,5 bar	2 bar

➤ **NAVE 5**

- Altura nave: 11,20 metros

La nave 5 es una nave destinada a la producción concretamente al pelado químico de la materia prima almacenada en el resto de naves anteriores, es decir, al garrofín.

En este caso, se clasifica la nave con un REP 2 (Riesgo Extra de Proceso 2), esto se decide por lo indicado en la normativa de aplicación:

“Riesgo Extra de Proceso 2 (REP 2).

La producción puede involucrar materiales y **procesos químicos** que presentan riesgos moderados para la seguridad y el medio ambiente.

Los materiales utilizados pueden ser inflamables, corrosivos o tóxicos en ciertas condiciones, por lo que se requieren precauciones adicionales en su manipulación y almacenamiento.”

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Por tanto, en este caso se observa la Tabla 3 Criterios de diseño para RL, RO y REP de la norma UNE 12845, de la cual obtenemos que, con un riesgo REP 2 y para un sistema mojado, será necesaria una densidad de diseño de 10 mm/min y un área de operación de 260 m<sup>2</sup>.

**Tabla 18. UNE 12845: "Tabla 3. Criterios de diseño para RL, RO y REO"**

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m <sup>2</sup>	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No permitida Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No permitida Se usa REP1
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	diluvio (véase la NOTA)		
NOTA Necesita consideración especial. Los sistemas de diluvio no están cubiertos por esta norma.			

Si se siguen las tablas 19, 37.a y en el tiempo de funcionamiento dispuesto anteriormente, se obtiene que para un REP también se considera un área de funcionamiento de **9 m<sup>2</sup>**, unos **90 minutos** de funcionamiento del sistema, y, un factor nominal de **K 80**.

Con todo esto, se observa a continuación la Tabla 7 sobre requisitos y presión de caudal y obtenemos que el caudal de demanda máxima será **3.050 l/min** y una presión en de punto de diseño más alto de **3,90 bares**.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Tabla 19. UNE 12845: "Tabla 7. Requisitos de presión y caudal para instalaciones pre calculadas diseñadas usando las tablas 32 a 35"

Densidad de diseño mm/min	Caudal de demanda máxima l/min		Presión en el punto de diseño más alto (pd) bar			
			Área de operación por rociador m <sup>2</sup>			
	Mojado o acción previa	Seco o alterno	6	7	8	9
(1) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 32 y 33 y rociadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	-	-	1,80	2,25
10,0	3 050	3 800	1,80	2,40	3,15	3,90
(2) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 32 y 34 y rociadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	-	-	1,35	1,75
10,0	3 050	3 800	1,30	1,80	2,35	3,00
(3) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 34 y 35 y rociadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	-	-	0,70	0,90
10,0	3 050	3 800	0,70	0,95	1,25	1,60
(4) Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 34 y 35 y rociadores teniendo un factor K de 115						
10,0	3 050	3 800	-	-	-	0,95
12,5	3 800	4 800	-	0,90	1,15	1,45
15,0	4 550	5 700	0,95	1,25	1,65	2,10
17,5	4 850	6 000	1,25	1,70	2,25	2,80
20,0	6 400	8 000	1,65	2,25	2,95	3,70
22,5	7 200	9 000	2,05	2,85	3,70	4,70
25,0	8 000	10 000	2,55	3,50	4,55	5,75
27,5	8 800	11 000	3,05	4,20	5,50	6,90
30,0	9 650	12 000	3,60	4,95	6,50	-

NOTA Si hay rociadores en la red que están más altos que el punto de diseño, se debería sumar a pd la presión estática desde el punto de diseño hasta los rociadores más altos.

Resumen necesidades NAVE 5:

	Rociadores Techo
Riesgo	REP 2
Densidad de diseño	10 mm/min
Área de operación	260 m <sup>2</sup>
Factor K	K 80
Cobertura rociador	9 m <sup>2</sup>
Rociadores en funcionamiento	N = 260/9 = 29 rociadores
Tiempo funcionamiento	90 minutos

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

	<b>Presión mínima</b>	3,9 bar	
--	-----------------------	---------	--

### 1.5.3. SECTOR 3 (Nave 3 + Nave 4)

#### ➤ NAVE 3

- Altura nave: 11,20 metros
- Altura máxima almacenamiento: 5,50 metros (el almacenamiento será en silos de esa altura)

Esta nave cuenta con una parte de almacenamiento (silos) que contiene grano de garrofín, estos silos están conectados a un proceso de producción donde limpian ese grano mediante procesos químicos, por lo que para el diseño del sistema de rociadores tomaremos las condiciones suponiendo que es una nave de producción, ya que el riesgo que puede presentar este proceso comparado con el que puede presentar el almacenamiento es mucho mayor, por lo que será más restrictivo.

Puesto que es un proceso de limpieza con productos químicos, se supone el mismo riesgo y características que en la nave 5.

Resumen necesidades NAVE 3:

	<b>Rociadores Techo</b>
<b>Riesgo</b>	REP 2
<b>Densidad de diseño</b>	10 mm/min
<b>Área de operación</b>	260 m <sup>2</sup>
<b>Factor K</b>	K 80
<b>Cobertura rociador</b>	9 m <sup>2</sup>
<b>Rociadores en funcionamiento</b>	$N = 260/9 = 29$ rociadores
<b>Tiempo funcionamiento</b>	90 minutos
<b>Presión mínima</b>	3,9 bar

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

➤ **NAVE 4**

- Altura nave: 11,20 metros
- Altura máxima almacenamiento: 4,95 metros (3 niveles de estanterías con 1,65 metros entre ellos)

Se toman las mismas características que en el resto de naves dedicadas a almacenamiento, ya que en todas se almacena el mismo material (garrofín) y de la misma manera (almacenamiento ST4).

Además, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 11 metros, y la máxima de almacenamiento es de 4,95 metros, es decir, habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **sí será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Resumen necesidades NAVE 4:

	Rociadores Techo	Rociadores Intermedios
<b>Riesgo</b>	REA 2, categoría II	
<b>Densidad de diseño</b>	7,5 mm/min	7,5 mm/min
<b>Área de operación</b>	260 m <sup>2</sup>	260 m <sup>2</sup>
<b>Factor K</b>	K 80	K 80
<b>Cobertura rociador</b>	9 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>
<b>Rociadores en funcionamiento</b>	$N = 260/9 = 29$ rociadores	$N = 3 \cdot 2 = 6$ rociadores
<b>Tiempo funcionamiento</b>	90 minutos	
<b>Presión mínima</b>	0,5 bar	2 bar

#### 1.5.4. SECTOR 4 (Nave 7 + Nave 8 + Nave 9)

##### ➤ NAVE 7

- Altura nave: 9,20 metros
- Altura máxima almacenamiento: 5,55 metros (3 niveles de estanterías con 1,85 metros entre ellos)

La nave 7 está destinada al almacenamiento del mismo producto pero ya terminado, se considerará, por tanto, el mismo riesgo y, además, el mismo tipo de almacenamiento (almacenamiento ST4).

Además, cabe comentar, que en este caso, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 9 metros, y la máxima de almacenamiento es de 5,55 metros, es decir, no habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **no será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Resumen necesidades NAVE 7:

	Rociadores Techo
Riesgo	REA 2, Categoría II
Densidad de diseño	7,5 mm/min
Área de operación	260 m <sup>2</sup>
Factor K	K 80
Cobertura rociador	9 m <sup>2</sup>
Rociadores en funcionamiento	$N = 260/9 = 29$ rociadores
Tiempo funcionamiento	90 minutos
Presión mínima	0,5 bar

➤ **NAVE 8**

- Altura nave: 7,80 metros
- Altura máxima almacenamiento: 5,75 metros (3 niveles de estanterías con 1,55 metros entre ellos)

La nave 8 tiene el mismo fin que la nave 7, es decir, está destinada al almacenamiento del mismo producto pero ya terminado, se considerará, por tanto, el mismo riesgo y, además, el mismo tipo de almacenamiento (almacenamiento ST4).

Además, cabe comentar, que en este caso, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 7 metros, y la máxima de almacenamiento es de 5,75 metros, es decir, no habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **no será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Resumen necesidades NAVE 8:

	<b>Rociadores Techo</b>
<b>Riesgo</b>	REA 2, Categoría II
<b>Densidad de diseño</b>	7,5 mm/min
<b>Área de operación</b>	260 m <sup>2</sup>
<b>Factor K</b>	K 80
<b>Cobertura rociador</b>	9 m <sup>2</sup>
<b>Rociadores en funcionamiento</b>	$N = 260/9 = 29$ rociadores
<b>Tiempo funcionamiento</b>	90 minutos
<b>Presión mínima</b>	0,5 bar

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

➤ **NAVE 9**

- Altura nave: 14,60 metros
- Altura máxima almacenamiento: 4,65 metros (3 niveles de estanterías con 1,55 metros entre ellos)

La nave 9 está destinada al almacenamiento del mismo producto pero que ya no sirve para poder reprocesarlo posteriormente, se considerará, por tanto, el mismo riesgo y, además, el mismo tipo de almacenamiento (almacenamiento ST4).

Además, en este caso, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 14 metros, y la máxima de almacenamiento es de 4,65 metros, es decir, habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **sí será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Resumen necesidades NAVE 9:		
	Rociadores Techo	Rociadores Intermedios
<b>Riesgo</b>	REA 2, categoría II	
<b>Densidad de diseño</b>	7,5 mm/min	7,5 mm/min
<b>Área de operación</b>	260 m <sup>2</sup>	260 m <sup>2</sup>
<b>Factor K</b>	K 80	K 80
<b>Cobertura rociador</b>	9 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>
<b>Rociadores en funcionamiento</b>	$N = 260/9 = 29$ rociadores	$N = 3 \cdot 2 = 6$ rociadores
<b>Tiempo funcionamiento</b>	90 minutos	
<b>Presión mínima</b>	0,5 bar	2 bar

### 1.5.5. SECTOR 7 (Nave 10)

#### ➤ NAVE 10

- Altura nave: 10,10 metros
- Altura máxima almacenamiento: 6,25 metros (4 niveles de estanterías con 1,55 metros entre ellos)

Esta nave se destina al almacenamiento de la materia prima, es decir, tiene el mismo funcionamiento que el resto de naves de almacenamiento de los sectores 1, 2 y 3. Pero en esta, además, se almacenan productos de embalaje, envasado, etc. Puesto que de lo que existe mayor cantidad es del garrofín, se considerará el mismo riesgo y características que en las naves de almacenamiento de los sectores citados. Riesgo REA 2 y un tipo de almacenamiento ST4.

Además, en este caso, la altura de cubierta donde se colocarán los rociadores de techo será de aproximadamente 10 metros, y la máxima de almacenamiento es de 6,25 metros, es decir, no habrá una diferencia de alturas de más de 4 metros. Por tanto, **no será necesaria la instalación de rociadores intermedios.**

Resumen necesidades NAVE 10:

	Rociadores Techo
Riesgo	REA 2, Categoría II
Densidad de diseño	7,5 mm/min
Área de operación	260 m <sup>2</sup>
Factor K	K 80
Cobertura rociador	9 m <sup>2</sup>
Rociadores en funcionamiento	$N = 260/9 = 29$ rociadores
Tiempo funcionamiento	90 minutos
Presión mínima	0,5 bar

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

### 1.5.6. Puestos de control

Un puesto de control en una instalación de rociadores automáticos se define como un conjunto de válvulas y dispositivos que regulan y controlan el flujo de agua hacia el sistema de rociadores. Además, permiten el mantenimiento del sistema y proporcionan información sobre el estado del sistema.

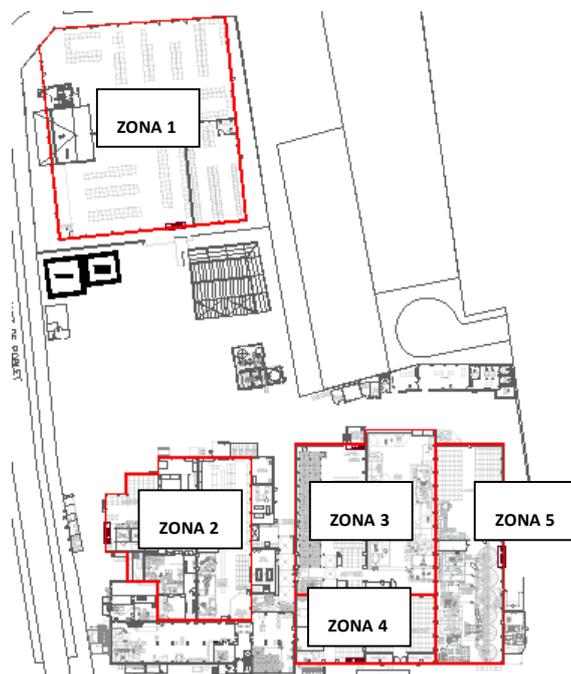
La norma de rociadores UNE-EN 12845:2016 + A1:2021, es la que indica los requisitos para la selección del número de puestos de control necesarios en el sistema de rociadores de la instalación objeto del presente proyecto.

*Tabla 20. UNE 12845: "Tabla 17. Superficie protegida máxima en instalaciones de tubería mojada o de acción previa"*

Clase de riesgo	Superficie protegida máxima por puesto de control m <sup>2</sup>
RL	10 000
RO, incluyendo cualesquiera rociadores RL	12 000, excepto como se permite en los anexos D y F
RE, incluyendo cualesquiera rociadores RO y RL	9 000

Como se observa en el documento de la "MEMORIA", el establecimiento cuenta con una clase de riesgo RE, por lo que, la norma permite una superficie protegida máxima por puesto de control de 9.000 m<sup>2</sup>.

En el caso concreto del presente proyecto, se divide la instalación al completo en 5 puestos de control, cada uno agrupa varias naves anexas, ninguna de estas superficies superando la establecida por la normativa. A continuación se muestra un pequeño croquis con la superficie protegida por cada uno de los puestos de control.



**Figura 10. Zonas puestos de control para red de rociadores automáticos**

En estas 5 zonas, como se comenta en el párrafo anterior se considera 1 puesto de control por cada una de ellas dedicado a la instalación de rociadores de techo, ya que aunque por superficie podría cada puesto abastecer a más de una zona, se decide de este modo por tema de posterior mantenimiento en caso de fallo en alguna red de rociadores.

Además de estos puestos de control, como indica el apartado 7.2.3.1 de la misma normativa:

**7.2.3.1** Donde más de 50 rociadores de nivel intermedio estén instalados en las estanterías, no se deben alimentar desde el mismo puesto de control que los rociadores de cubierta o techo.

Por lo que en cada una de las zonas, además del puesto de control para los rociadores de techo, se considerará otro puesto de control para los rociadores intermedios, ya que en todas las zonas las cuales ha sido dividido el establecimiento supera los 50 rociadores de nivel intermedio.

A continuación, se realizan los cálculos de necesidades del grupo de bombeo y de reserva de agua con el software de cálculo DMELECT, para ello, con todos los datos obtenidos en este mismo apartado de cada una de las zonas, se considerará un área desfavorable para obtener las necesidades del grupo de bombeo y por otro lado un área favorable para obtener las necesidades de reserva de agua.

En todos los rociadores del diseño del programa, se coloca riesgo extraordinario y el diámetro del agujero 20 mm ya que es el que corresponde a un factor K 80, la altura cambiará según la nave en la que se encuentre, considerando las alturas máximas tanto de techo como de almacenamiento dispuestas en este mismo apartado, y la presión se modificará atendiendo a la

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

información anterior de si se corresponden con rociadores de cubierta, de estanterías o están en zonas de producción.

Para colocar los rociadores de estanterías, se colocarán nudos a diferentes alturas para conseguir así el colector que unirá los ramales de las diferentes alturas de la estantería.

Una vez dibujados quedarán representados como en la siguiente imagen, asignando a cada nudo y a cada rociador la altura correspondiente.

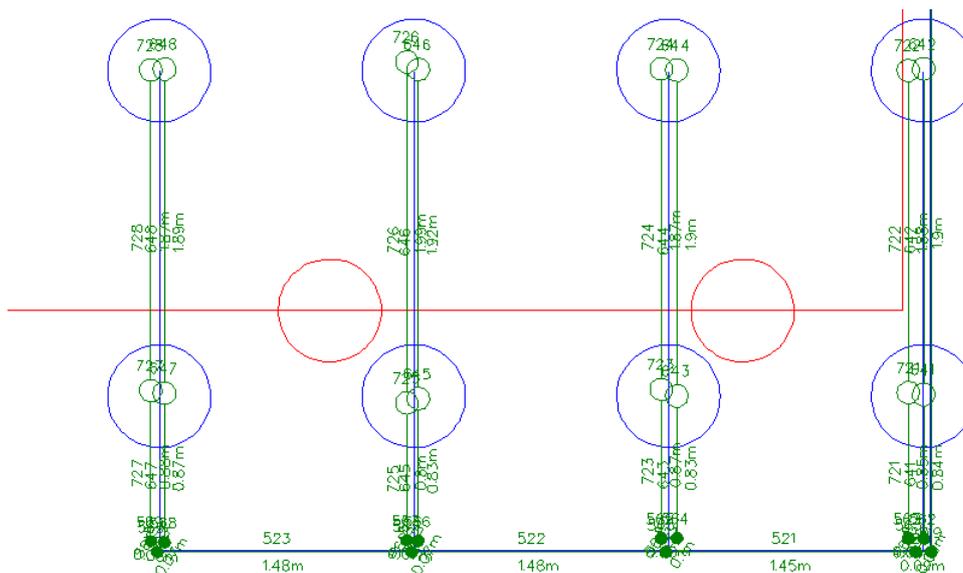
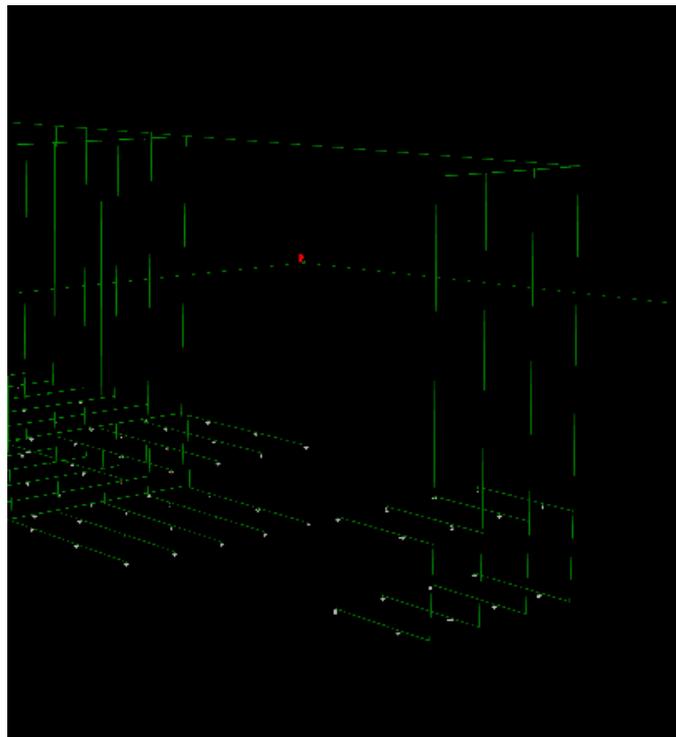


Figura 11. Representación rociadores en estanterías en DMELECT

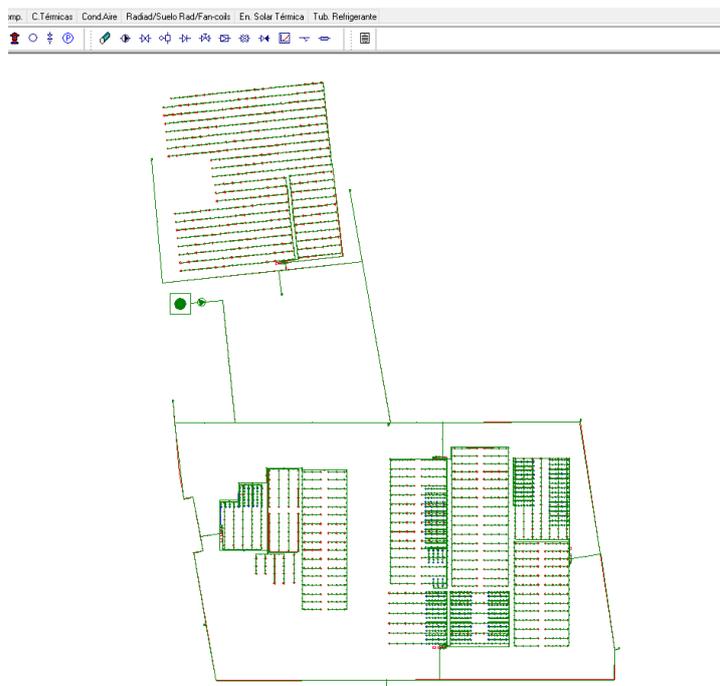
Tras colocar los rociadores en estanterías con sus alturas adecuadas, en la vista 3D se vería de la siguiente manera.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)



**Figura 12. Vista 3D rociadores estanterías en DMELECT**

Siguiendo este procedimiento para cada una de las naves, se obtiene la red entera dibujada en el programa.



**Figura 13. Red de rociadores en DMELECT**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Con toda la red dibujada, se asigna a cada una de las tuberías su diámetro a partir del menú que aparece tras clicar sobre ellas.

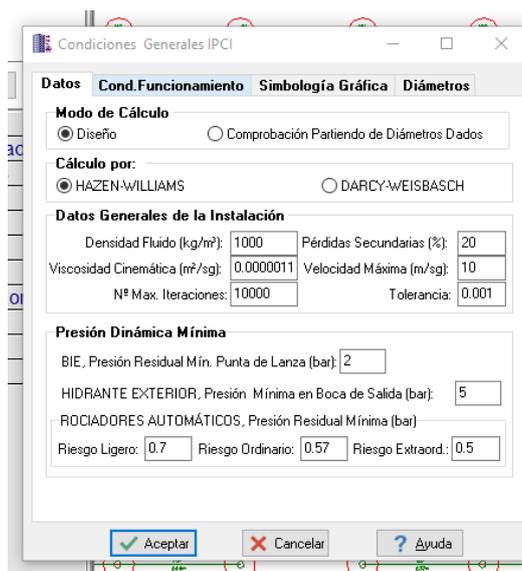
Para toda la red de rociadores se tiene en cuenta como material acero, para saber el diámetro adecuado, se tiene en cuenta la siguiente tabla.

**Tabla 21. Diámetros nominales según rociadores que alimenta**

Diámetro	Nº máximo de rociadores que puede alimentar		
	Riesgo Ligero	Riesgo Ordinario	Riesgo Extra
1"	2	2	1
1¼"	3	3	2
1½"	5	5	5
2"	10	10	8
2½"	30	20	15
3"	60	40	27
4"	( < 5000 m <sup>2</sup> )	100	55
5"		160	90
6"		275	150
8"		( < 5000 m <sup>2</sup> )	( < 2500 m <sup>2</sup> )

Cada uno de los diámetros se observan descritos en los planos adjuntos.

Cuando ya está todo definido, se revisa en "Proyecto > Condiciones generales" que todos los datos para realizar los cálculos son correctos, es decir, las velocidades, las presiones y el modo de cálculo.

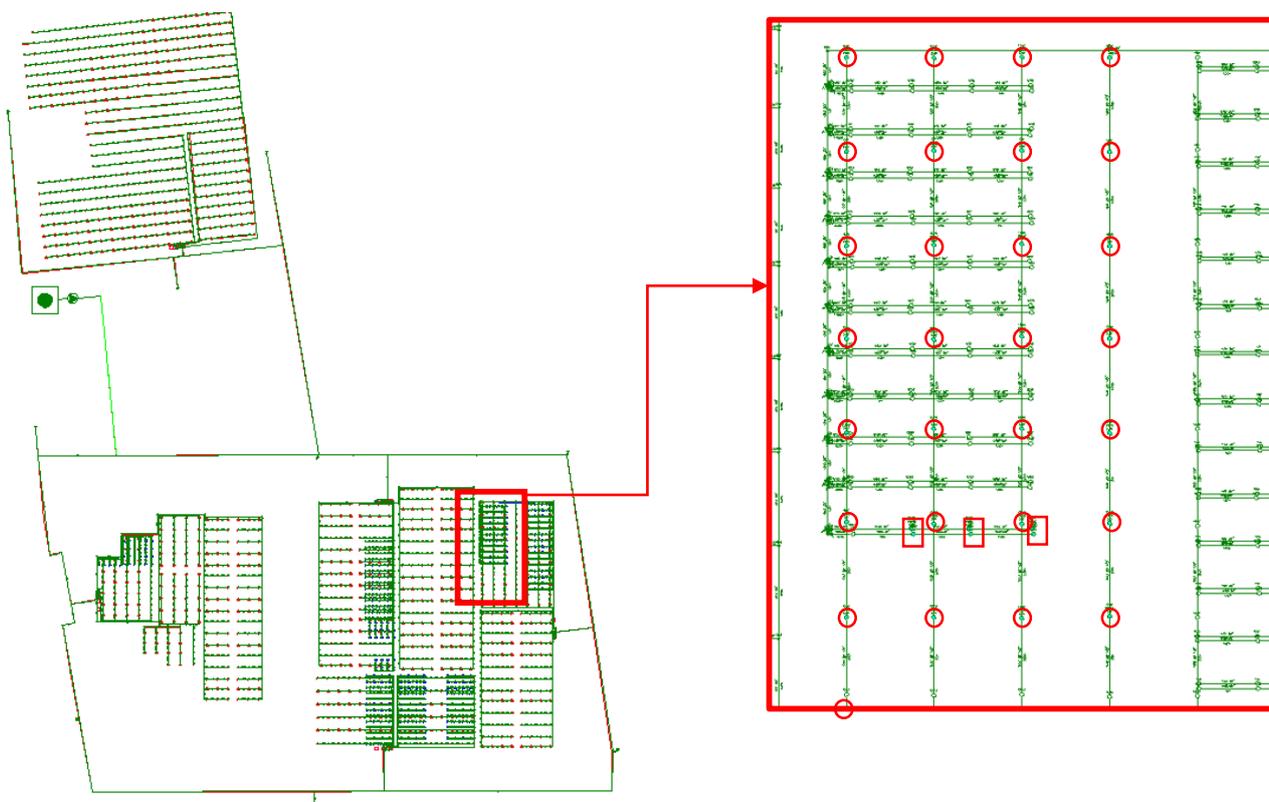


**Figura 13. Cuadro condiciones generales PCI DMELECT**

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Por último, se llevan a cabo 2 cálculos diferentes, uno suponiendo el área en funcionamiento más desfavorable para obtener las características del grupo de bombeo, y, a continuación, se fijará manualmente estos valores del grupo de bombeo en el programa, seleccionaremos el área de funcionamiento más favorable y así encontraremos las características del depósito. Por tanto:

Como área más desfavorable, tomaremos la más lejana a la ubicación del grupo de bombeo, y, según los datos obtenidos consideraremos 29 rociadores en funcionamiento en cubierta y 6 en estanterías.



*Figura 14. Área desfavorable red de rociadores automáticos*

Con este cálculo, se obtienen las siguientes necesidades de grupo de bombeo para la red de rociadores:

Bomba 1, Caudal (l/s): 84,77; Presión (mca): 43,7
Caudal ROCIADORES (l/min): 5.086,27
Reserva ROCIADORES (l): 305.176,12
P mínima ROCIADORES (bar): 1,54 ; Nudo: 1372

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Por otro lado, para obtener las dimensiones del depósito en el programa de cálculo se seleccionará el área más favorable para obtener el volumen de agua necesario para abastecer a la instalación.

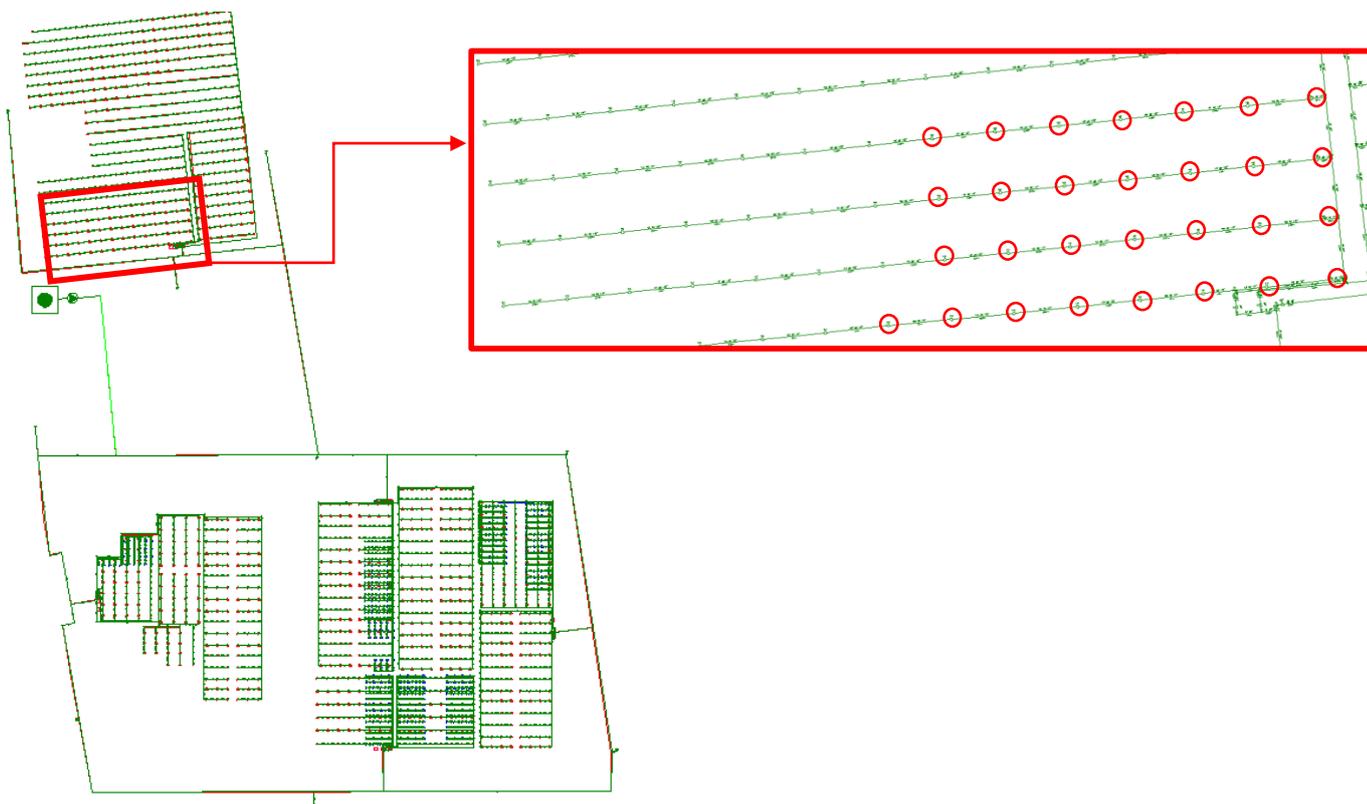


Figura 15. Área favorable red de rociadores automáticos

Con todos estos cálculos, se obtienen las siguientes condiciones en cuanto a reserva para la instalación.

Bomba 1, Caudal (l/s): 40,73; Presión (mca): 18,87  
Caudal ROCIADORES (l/min): 2.443,8  
Reserva ROCIADORES (l): 146.627,94  
P mínima ROCIADORES (bar): 0,5 ; Nudo: 145

Resumen necesidades instalación de Rociadores Automáticos:

- $Q = 84,77 \text{ l/s} \rightarrow Q = 305,17 \text{ m}^3/\text{h}$  y  $P = 43,7 \text{ mca}$ .
- $R = 146.627,94 \text{ litros} = 147 \text{ m}^3$

### 1.6. Sistema de abastecimiento de agua

En este apartado se realizará el cálculo del abastecimiento, es decir, se encontrarán las características necesarias de las bombas y del depósito para poder abastecer toda la instalación de protección contra incendios del establecimiento.

En el punto 6 del Anexo III del RSCIEI, se encuentra la siguiente tabla en la cual indica cómo calcular nuestra reserva y caudal necesarios para la instalación.

**Tabla 22. RSCIEI: "Cuadro resumen para el cálculo del caudal (Q) y reserva (R) de agua cuando en una instalación coexisten varios sistemas de extinción"**

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]		HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	$Q_B/R_B$		(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B+Q_H/R_B+R_H$	$Q_{RA}/R_{RA}$		
			$0,5 Q_H+Q_{RA} \quad 0,5 R_H+R_{RA}$			
[2] HIDRANTES	(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B+Q_H/R_B+R_H$	$0,5 Q_H + Q_{RA}$ $0,5 R_H + R_{RA}$	$Q_H/R_H$	Q mayor R mayor (una instal.)	$0,5 Q_H + Q_{AP}/0,5 R_H + R_{AP}$	Q mayor, R mayor (una instal.)
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	$Q_{RA}/R_{RA}$					
[4] AGUA PULVERIZADA			Q mayor R mayor (una instal.)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	Q mayor R mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$
[5] ESPUMA			Q mayor R mayor (una instal.)		Q mayor R mayor (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$  $Q_E/R_E$

“Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan varios sistemas, el caudal y la reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima que a continuación se establece, y que se resume en la tabla adjunta.

Sistema de BIE, de hidrantes y de rociadores automáticos [1] + [2] + [3]:

Suma de caudales del 50 por ciento requerido para hidrantes ( $0,5 Q_H$ ) según tabla del apartado 7.2 (tabla del apartado 1.4 del presente Anexo), y el requerido para rociadores automáticos ( $Q_{RA}$ ). Suma del 50 por ciento de la reserva de agua necesaria para hidrantes ( $0,5 R_H$ ) y la necesaria para rociadores automáticos ( $R_{RA}$ ).”

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

### 1.6.1. Grupo de bombeo

Como indica la norma, el caudal a aportar por el grupo de bombeo requerido será:

$$Q = 0,5 \cdot Q_H + Q_{RA} = 0,5 \cdot 119,99 + 305,17 \rightarrow Q = 365,17 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 60 \text{ mca}$$

Con estas características, consultamos el catálogo de la marca EBARA y elegimos el modelo "Grupo contra incendios EBARA AF ENI 125-250/110".

		CAUDAL TOTAL (m <sup>3</sup> /h)									
		175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
ALTIMETRIA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.l.)	40	AF ENR 100-200/30	AF ENR 100-200/37	AF ENR 125-200/35	AF ENR 125-200/55	AF ENR 125-200/55	AF ENR 125-200/75				
	45	AF ENR 100-200/37	AF ENR 100-200/45	AF ENR 125-200/75	AF ENR 125-200/75	AF ENR 125-200/75	AF ENR 125-200/75				
	50	AF ENR 100-200/45	AF ENR 100-200/45	AF ENI 100-250/75	AF ENR 125-200/90	AF ENR 125-200/90	AF ENR 125-200/90				
	55	AF ENR 100-200/45	AF ENORM 100-250/55	AF ENI 100-250/75	AF ENI 125-250/90	AF ENR 125-250/90	AF ENI 125-250/90				
	60	AF ENR 100-250/55	AF ENR 100-250/55	AF ENI 100-250/75	AF ENI 125-250/90	AF ENI 125-250/90	AF ENI 125-250/90				
	65	AF ENR 100-250/55	AF ENR 100-250/75	AF ENI 100-250/75	AF ENI 125-250/90	AF ENI 125-250/110	AF ENR 125-250/90	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/110	
	70	AF ENR 100-250/75	AF ENR 100-250/75	AF ENI 100-250/75	AF ENI 100-250/90	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/132	AF ENI 125-250/132
	75	AF ENR 100-250/75	AF ENR 100-250/75	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 125-250/110	AF ENI 125-250/132	AF ENI 125-250/132	AF ENI 125-250/132	AF ENI 125-250/132
	80	AF ENR 100-250/75	AF ENR 100-250/75	AF ENR 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 125-250/132				
	85	AF ENR 100-250/75	AF ENR 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/110	AF ENI 125-250/132	AF ENI 125-250/132	AF ENI 125-250/160	AF ENI 125-250/160	AF ENI 125-250/160
90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/90	AF ENI 100-250/110	AF ENI 100-250/110	AF ENI 100-250/110	AF ENI 125-250/160					
95	AF ENI 100-250/110	AF ENI 100-250/110	AF ENI 100-250/110	AF ENI 100-250/110		AF ENI 125-250/160	AF ENI 125-250/160	AF ENI 125-250/160			
100	AF ENI 100-250/110	AF ENI 100-250/110									

Figura 16. Catálogo Grupos de Presión para PCI EBARA

### 1.6.2. Depósito de agua

Por último, para obtener las dimensiones del depósito, siguiendo lo indicado en la norma, será:

$$R = 0,5 \cdot R_H + R_{RA} = 0,5 \cdot 120 + 147 \rightarrow R = 207 \text{ m}^3$$

Para seleccionar un depósito, consultaremos el catálogo de la marca TANKEROS en el que encontramos la siguiente tabla:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Altura (m):		1,250	1,790	2,438	2,978	3,626	4,186	4,814	5,354	6,002	6,542	7,190	7,730	8,378	8,918	9,568	10,108	10,754	11,294	11,942		
Altura Referencia:		01	15	02	25	03	35	45	05	55	06	65	07	75	08	85	09	95	10			
Ø (m)	Radio (m)	Ø ref.	m <sup>3</sup>																			
3,048	1,524	04	6	10	15	18	23	27	32	36	41	44	49									
3,810	1,905	05	9	15	23	29	36	42	50	56	63	69	77	83	90							
4,572	2,286	06	13	22	33	42	52	61	72	81	91	100	111	120	130	139	150					
5,334	2,667	07	18	30	44	56	71	83	98	110	124	136	151	163	177	189	204	216	230			
6,096	3,048	08	23	39	58	74	93	108	127	143	162	178	197	212	231	247	266	282	301	316	335	
6,858	3,429	09	30	49	73	93	117	137	161	181	205	225	249	269	293	313	337	357	381	401	425	
7,620	3,810	10	36	61	91	115	145	169	199	224	253	278	307	332	362	386	416	440	470	495	524	
8,382	4,191	11	44	74	110	139	175	206	241	271	306	336	372	402	437	467	503	533	569	598	634	
9,144	4,572	12	53	88	131	166	209	244	287	322	365	400	443	478	521	556	599	634	677	712	755	
9,906	4,953	13	62	103	153	195	245	286	336	378	428	470	519	561	611	653	703	744	794	836	886	
10,668	5,334	14	72	120	178	226	284	332	390	438	496	545	602	651	709	757	815	863	921	969	1.027	
11,430	5,715	15	82	137	204	259	326	381	448	503	570	625	692	747	813	869	935	991	1.057	1.113	1.179	
12,192	6,096	16	93	156	232	295	371	434	509	573	648	711	787	850	926	989	1.064	1.127	1.203	1.266	1.342	
12,954	6,477	17	105	177	262	333	419	490	575	646	732	803	888	959	1.045	1.116	1.201	1.273	1.358	1.429	1.515	
13,716	6,858	18	118	198	294	374	469	549	645	725	820	900	996	1.076	1.171	1.251	1.347	1.427	1.522	1.602	1.698	
14,478	7,239	19	132	221	327	416	523	612	718	807	914	1.003	1.110	1.199	1.305	1.394	1.501	1.590	1.696	1.785	1.892	
15,240	7,620	20	146	244	363	461	579	678	796	895	1.013	1.111	1.229	1.328	1.446	1.545	1.663	1.761	1.880	1.978	2.096	
16,002	8,001	21	161	269	400	508	639	747	878	986	1.117	1.225	1.355	1.464	1.594	1.703	1.833	1.942	2.072	2.181	2.311	
16,764	8,382	22	177	296	439	558	701	820	963	1.082	1.225	1.345	1.488	1.607	1.750	1.869	2.012	2.131	2.274	2.394	2.537	
17,526	8,763	23	193	323	480	610	766	896	1.053	1.183	1.339	1.470	1.626	1.756	1.913	2.043	2.199	2.329	2.486	2.616	2.772	
18,288	9,144	24	210	352	522	664	834	976	1.146	1.288	1.458	1.600	1.770	1.912	2.083	2.224	2.395	2.536	2.707	2.848	3.019	
19,050	9,525	25	228	382	567	721	905	1.059	1.244	1.398	1.582	1.736	1.921	2.075	2.260	2.414	2.598	2.752	2.937	3.091	3.275	
19,812	9,906	26	247	413	613	779	979	1.146	1.345	1.512	1.712	1.878	2.078	2.244	2.444	2.611	2.810	2.977	3.177	3.343	3.543	
20,574	10,287	27	266	445	661	840	1.056	1.235	1.451	1.630	1.846	2.025	2.241	2.420	2.636	2.815	3.031	3.210	3.426	3.605	3.821	
21,336	10,668	28	286	479	711	904	1.136	1.329	1.560	1.753	1.985	2.178	2.410	2.603	2.835	3.028	3.259	3.452	3.684	3.877	4.109	

Figura 17. Catálogo depósitos PCI TANKEROS

Por lo que las características del depósito seleccionado serán:

- Reserva = 241 m<sup>3</sup>
- Altura = 4,184 m
- Diámetro = 8,382 m

## 2. Cálculos Estructurales

### 2.1. Modelo de cálculo

Para el cálculo y diseño de la parte estructural del presente proyecto, se ha utilizado el software CYPECAD, desarrollado por CYPE Ingenieros, S.A. En este caso en concreto, se ha hecho uso de la Versión Campus 2024.f, que ofrece herramientas que permiten el dimensionamiento y análisis de estructuras de hormigón armado, cumpliendo siempre con la normativa vigente.

### 2.2. Normativa de aplicación utilizada en cálculos

- Acciones → Código Estructural, CTE DB SE-AE
- Viento → CTE DB SE-AE
- Hormigón y acero → Código Estructural
- Otras → CTE DB SE-C

#### 2.2.1. Cálculo a Sismo

Para el cálculo de la caseta, tendremos en cuenta las consideraciones de la norma NCSE-02, la cual dice lo siguiente:

#### “Clasificación de las construcciones.

A los efectos de esta Norma, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra que se trate, las construcciones se clasifican en:

1. De importancia moderada: Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
2. De importancia normal: Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
3. De importancia especial: Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planteamiento urbanístico y documentos públicos analógicos, así como en reglamentaciones más específicas y, al menos, las siguientes construcciones:
  - Hospitales, centros o instalaciones sanitarias de cierta importancia.
  - Edificios para centros de organización y coordinación de funciones para casos de desastre.
  - Edificios para personal y equipos de ayuda, como bomberos, policía...
  - Construcciones para instalaciones básicas de las poblaciones.
  - Estructuras pertenecientes a vías de comunicación como puentes, muros...
  - Edificios e instalaciones vitales de los medios de transporte.
  - Edificios e instalaciones industriales incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
  - Construcciones catalogadas como monumentos históricos o artísticos.
  - Construcciones destinadas a espectáculos públicos y las grandes superficies comerciales.

#### Criterios de aplicación de la Norma.

La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto:

- Construcciones de importancia moderada.
- Edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- Construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  (art. 2.1) sea inferior a 0,08 g. No

obstante, la Norma se aplicará en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo,  $a_c$ , (art. 2.2) es igual o mayor de 0,08 g.”

Según la NCSE-02, en Silla (Valencia) cuenta con una aceleración de 0,07 g.

Silla	0,07
-------	------

Por lo que la Norma NO será de aplicación ya que es una estructura de importancia normal y con una  $a_b$  inferior a 0,08 g.

### 2.3. Losa de apoyo de depósito PCI

Para el cálculo de la losa, se dimensiona de 10x10 m por tal de poder ubicar el depósito correctamente, considerando un conjunto de carga superficial de 5T/m<sup>2</sup>, ya que 4,67 de estas toneladas corresponderán al peso del agua y el resto se ha considerado por el peso propio del depósito más sus accesorios que puedan aportar más carga.

#### 2.3.1. Acciones consideradas

Como se cita en el apartado anterior, se considera una carga permanente superficial sobre la losa de 5T/m<sup>2</sup> correspondiente al peso propio del depósito.

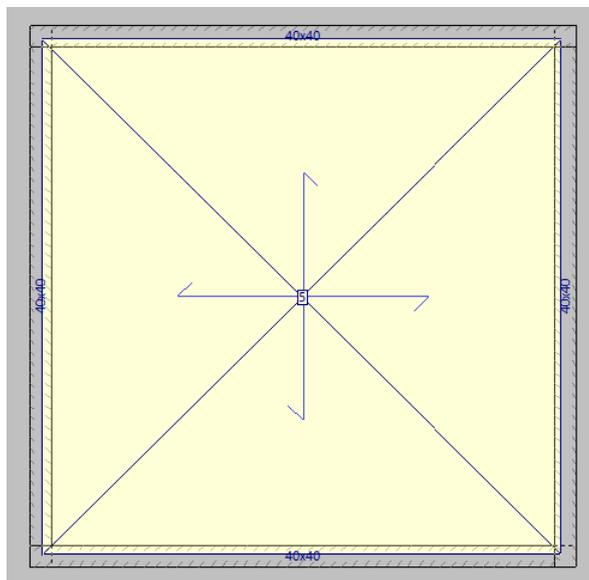


Figura 18. Representación disposición cargas en CYPE CAD

A parte de esta carga, no se considera ningún tipo de acción variable, ya que la cimentación va a estar bajo rasante por lo que no le va a aplicar ningún tipo de carga proveniente de la acción del viento, acción de la nieve, ni le aplica el sismo como hemos comprobado anteriormente.

### 2.3.2. Datos del terreno

La losa de cimentación del depósito apoyará en el terreno del que se supone, tras consultar estudios geotécnicos de la zona, una tensión admisible de 0,2 MPa.

### 2.3.3. Combinaciones de cargas

Según listados de resultados de cálculo extraídos tal cual del CYPE:

- **Con coeficientes de combinación**

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

- **Sin coeficientes de combinación**

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

- Donde:

G <sub>k</sub>	Acción permanente
P <sub>k</sub>	Acción de pretensado
Q <sub>k</sub>	Acción variable
γ <sub>G</sub>	Coficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
γ <sub>Q</sub>	Coficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
γ <sub>Q,1</sub>	Coficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
γ <sub>Q,i</sub>	Coficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
ψ <sub>p1</sub>	Coficiente de combinación de la acción variable principal
ψ <sub>ai</sub>	Coficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

### Coficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

- **ELU de rotura, hormigón**

Persistente o Transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga Permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

- **ELU de rotura, hormigón en cimentaciones**

Persistente o Transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga Permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

- **Tensiones sobre el terreno**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

- **Desplazamientos**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_s$ )
Carga Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

**Nombres de las hipótesis**

PP    Peso propio

CM    Cargas Muertas

Qa    Sobrecarga de uso

**2.3.4. Materiales utilizados**

- **Hormigones**

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	Árido		$E_c$ (kp/cm <sup>2</sup> )
				Naturaleza	Tamaño max. (mm)	
Todos	HA-25	255	1.50	Cuarcita	15	277920

- **Aceros**

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
Todos	B 500 SD	5097	1.15

### 2.3.5. Resultados de cálculos realizados

En los siguientes diagramas de isocurvas del programa de cálculo podemos observar que en ninguno de los casos se supera la tensión admisible del terreno y, que los esfuerzos del cortante total para la combinación más desfavorable se soportan perfectamente por la losa.

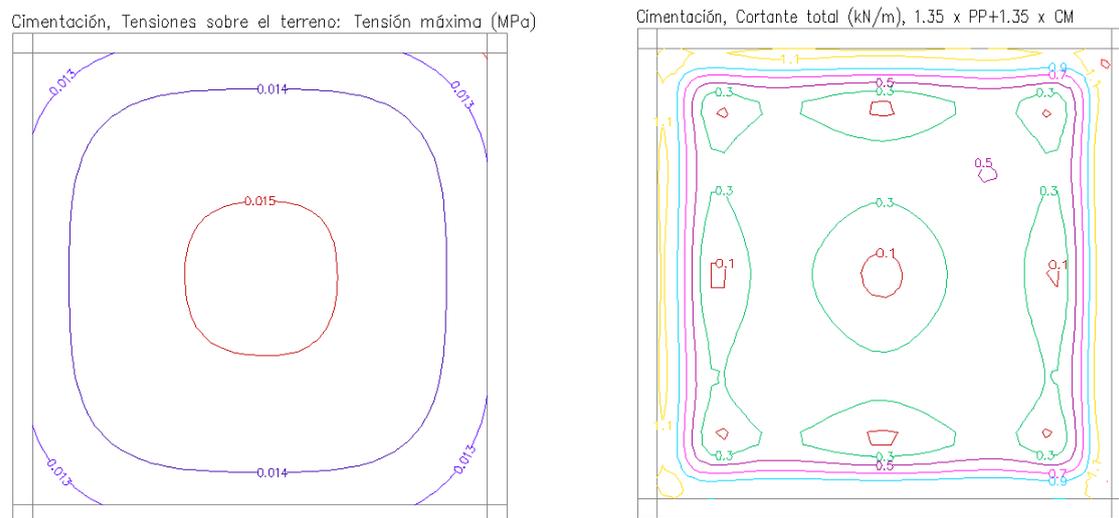


Figura 19. Resultados isocurvas del cálculo de la losa

### 2.4. Caseta para equipos de bombeo

La caseta consiste en un cuerpo de obra de 8x9 m (72 m<sup>2</sup>) y una altura de 3 m. El cálculo se realiza con un forjado plano en cubierta aunque en obra se formará una pequeña inclinación en la cubierta. La estructura se realizará de hormigón armado con un forjado que actuará como cubierta de viguetas pretensadas.

En cuanto a la cimentación se resolverá mediante zapatas aisladas, con hormigón armado HA-25 y barras corrugadas B 500 SD.

#### 2.4.1. Acciones consideradas

El cálculo se lleva a cabo, igual que en el caso de la losa, con el módulo de CYPE CAD.

El peso propio considerado en el cálculo es el propio que obtiene el programa tras las dimensiones de los diferentes elementos como pilares, vigas, forjado.

En este caso, sí que se cuenta con acciones variables, a continuación se describe su obtención a través del software de cálculo.

### VIENTO

El cálculo de la acción como se ha indicado lo calcula el propio programa, únicamente se introducen los datos de partida para que pueda trabajar con ellos.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

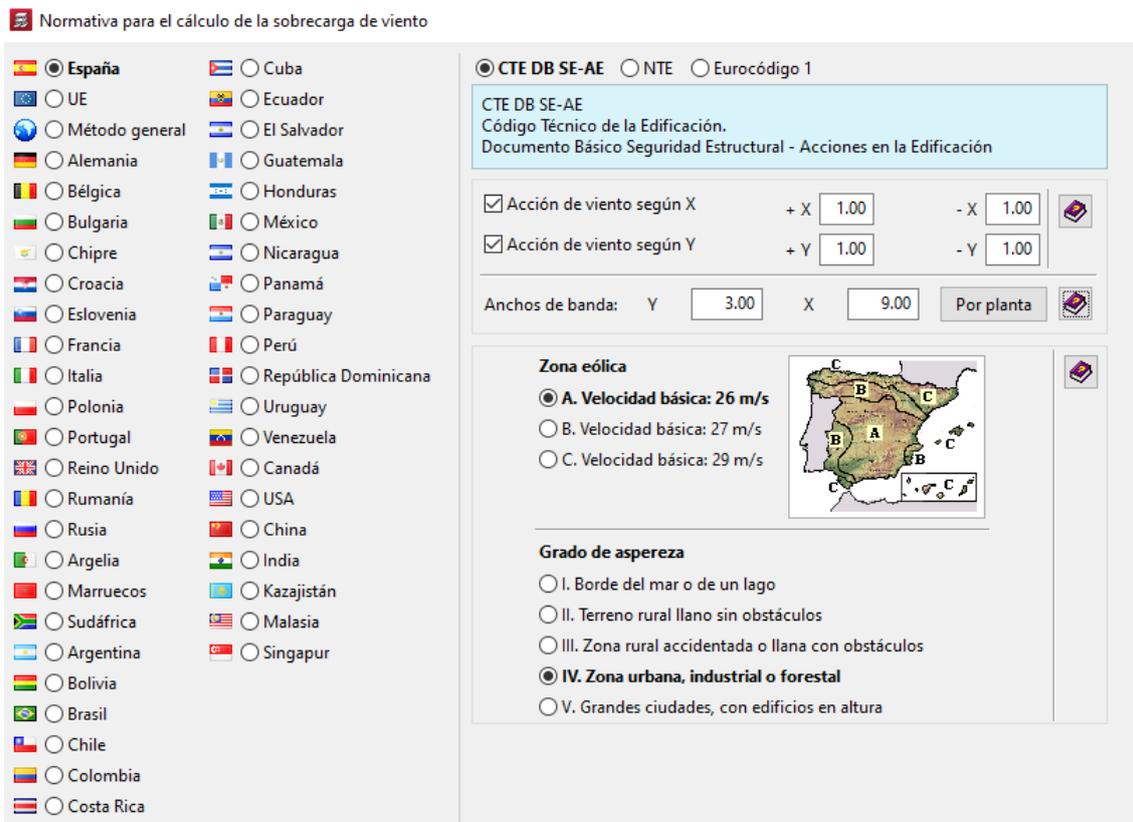


Figura 20. Pantalla características VIENTO CYPE CAD

Se selecciona inicialmente el país de ubicación de la estructura, en este caso, España. Y su normativa de aplicación, es decir, el CTE DB-SE-AE.

Seguido, se observan los valores del coeficiente de cargas donde se indica que en todos los casos es 1, esto se debe, a que, como bien indica la ayuda del propio software:

“El coeficiente de cargas se utiliza para considerar la situación del edificio respecto a los colindantes, en el caso de que puedan ocultarlo frente a la acción del viento en una determinada dirección. **Si el edificio está aislado, dejar los valores por defecto = 1.** Dicho coeficiente actúa multiplicando la acción del viento por lo que la amplifica cuando se introducen valores mayores que 1 y la reduce si son menores.”

En cuanto a los anchos de banda, son las longitudes de fachada expuesta en la dirección perpendicular a la acción del viento. Considerando X la longitud horizontal e Y la vertical. Por lo que, como se observa, se introduce la del lado más desfavorable, es decir, 9 metros de ancho y 3 metros de altura.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

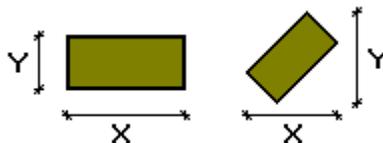


Figura 21. Disposición anchos de banda

Por último, se observa la selección de la zona eólica y el grado de aspereza. En cuanto a la zona eólica, si se observa la Figura D.1 del Anexo D. Acción del viento del CTE-DB-SE-AE, puesto que la ubicación es Silla, Valencia, se obtiene una zona eólica A, es decir, una velocidad básica del viento de 26 m/s.

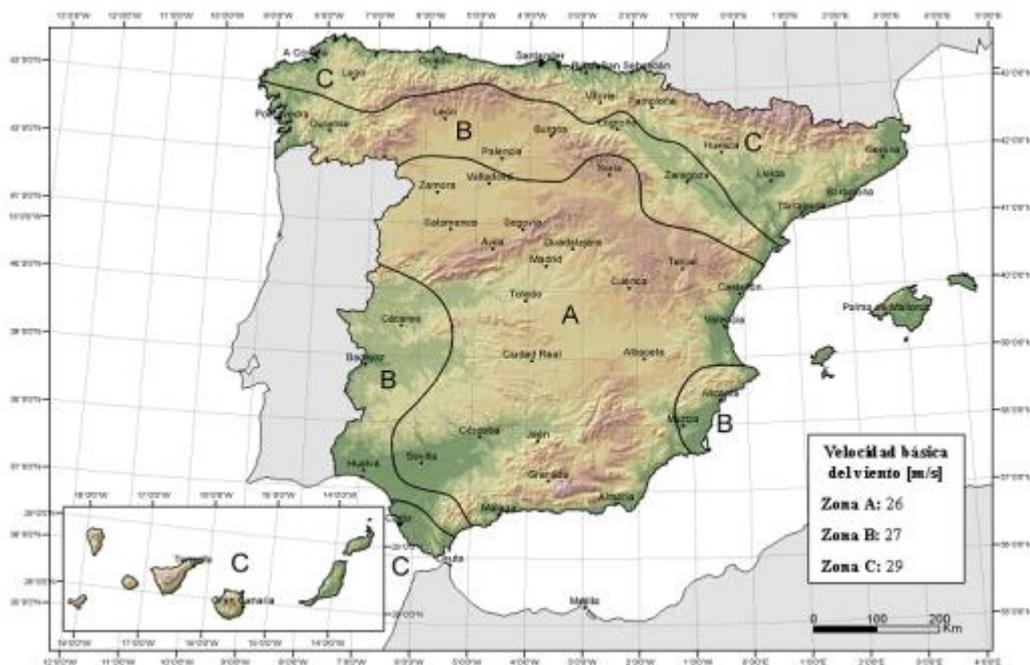


Figura 22. CTE DB AE: "Figura D.1. Valor básico de la velocidad del viento, Vb"

En cuanto al grado de aspereza puesto que el establecimiento objeto del presente proyecto se encuentra en un polígono industrial, se clasifica con un grado IV. Zona urbana, Industrial o Forestal.

## NIEVE

En el caso de la acción de la nieve, para el programa de cálculo es suficiente con indicar la cota a la que se encuentra la estructura.

La estructura objeto del presente anexo se ubica en Silla, Valencia, que, según datos obtenidos de la Wikipedia sobre el municipio valenciano, se encuentra a 8 metros de altitud. Por lo que, para el cálculo se selecciona como cota de nieve la opción de "Altitud inferior o igual a 1000 m".

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

## SISMO

Por último, para la acción del sismo, igualmente que en el viento, se selecciona el país de ubicación de la estructura, España, y la norma de aplicación, NCSE-02.

A continuación, se selecciona el municipio, Silla (Valencia) y, automáticamente el programa introduce tanto su aceleración básica como su coeficiente de contribución.

Para la selección del amortiguamiento se siguen las indicaciones del mismo programa:

*Tabla 23. Coeficiente de amortiguamiento según Cype CAD*

<i>Tipo de estructura soporte</i>	<i>Tipo de planta</i>	<i>Amortiguamiento</i>
<i>Acero laminado</i>	<i>Diáfana</i>	<i>4%</i>
<i>Acero laminado</i>	<i>Compartimentada</i>	<i>5%</i>
<i>Hormigón armado</i>	<i>Diáfana</i>	<i>4%</i>
<i>Hormigón armado</i>	<i>Compartimentada</i>	<i>5%</i>
<i>Muros y tipos similares</i>		<i>6%</i>

Se supone un coeficiente de amortiguamiento de **4%** ya que se trata de una estructura de hormigón armado diáfana.

En cuanto al coeficiente de riesgo, según el apartado 1.2.2 del Capítulo I de la norma NCSE-02:

“Clasificación de las construcciones

1 De importancia moderada. Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

2 De importancia normal. Aquellas cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3 De importancia especial. Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen hospitales, centros o instalaciones sanitarias, edificios e instalaciones básicas de comunicaciones...”

Se considera al edificio objeto del presente anexo como una construcción de **importancia normal**.

A continuación, siguiendo las indicaciones del mismo programa sobre el tipo de suelo:

“Clasificación del terreno:

- **Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla  $V_s > 750$  m/s.**
- *Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $750 \text{ m/s} > V_s > 400 \text{ m/s}$ .*
- *Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $400 \text{ m/s} > V_s > 200 \text{ m/s}$ .*
- *Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla,  $V_s \leq 200 \text{ m/s}$ .*”

Se clasificará el suelo como un **tipo I**.

Siguiendo con los valores a introducir en el programa, para el caso de la ductilidad indica lo siguiente:

“a)\_ Para adoptar un coeficiente de comportamiento por ductilidad  $\mu = 4$  (ductilidad muy alta) han de verificarse las siguientes condiciones:

- *La resistencia a las acciones horizontales debe obtenerse mediante pórticos planos espaciales de nudos dúctiles rígidos, o mediante sistema de rigidización dúctiles especialmente diseñados para disipar energía mediante flexiones o cortantes cíclicos en tramos cortos como, por ejemplo, los formados por pantallas y vigas de acoplamiento en estructuras de hormigón armado o por triangulaciones metálicas incompletas.*
- *Si existen otros elementos o núcleos de rigidización, su colaboración a la resistencia de las acciones horizontales debe ser escasa. Se considera que se cumple esta condición si soportan menos del 50% de la fuerza sísmica horizontal que actúe sobre el edificio.*
- *En estructuras con vigas de hormigón armado, éstas tienen que ser de canto.*
- *El dimensionado y detalle tienen que asegurar la formación de mecanismos estables con muy alta capacidad de disipación de energía mediante histéresis, repartidos homogéneamente por toda la estructura.*

b)\_ Se puede adoptar un coeficiente de comportamiento por ductilidad  $\mu = 3$  (ductilidad alta) si se verifican las siguientes condiciones:

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---

- *La resistencia a las acciones horizontales se consigue principalmente mediante pantallas no acopladas de hormigón armado o mediante diagonales metálicas a tracción.*
- *En estructuras con vigas de hormigón armado, éstas tienen que ser de canto.*
- *El dimensionado y detalle tienen que asegurar la formación de mecanismos estables con alta capacidad de disipación de energía mediante histéresis, repartidos homogéneamente por toda la estructura.*

*c)\_ Se podrá adoptar un coeficiente de comportamiento por ductilidad  $\mu = 2$  (**ductilidad baja**), si la estructura posee los soportes de acero u hormigón con núcleos, muros o pantallas verticales de hormigón armado, pero no satisface los requisitos en cuanto a tipo y detalles estructurales. También se encuadran en este grupo los sistemas estructurales constituidos bien por pórticos metálicos que confinan a muros de hormigón armado o de mampostería reforzada, o bien por muros de carga de hormigón o de bloques de mortero, armados vertical y horizontalmente y con suficiente capacidad de deformación plástica estable ante acciones laterales cíclicas y alternantes.*

*d)\_ Corresponde un coeficiente de comportamiento por ductilidad  $\mu = 1$  (sin ductilidad), a las estructuras desprovistas de disipación de energía en el rango plástico, en particular las constituidas por muros de mampostería, ladrillo o bloques de hormigón, aun cuando incluyan en su interior entramados de madera o estén reforzadas o armadas sólo en puntos críticos, y las porticadas que resistan las acciones laterales mediante arriostramientos en forma de K. También se encuadran en este grupo las estructuras de naves industriales con pilares y cerchas y las realizadas con elementos prefabricados o que contengan piezas prefabricadas de gran formato, en las que no se haya adoptado disposiciones especiales para dotar a los nudos de ductilidad.”*

Se seleccionará una **ductilidad baja**.

Como parte de sobrecarga a considerar, se seleccionará un valor de **1** asignado a almacenes, ya que es el uso más similar al que tendrá la estructura a ejecutar objeto del presente anexo. Esto se selecciona según lo indicado en el propio programa de cálculo:

*“A los efectos de esta norma se considerarán las masas correspondientes a la propia estructura, las masas permanentes, y una fracción de las restantes masas siempre que éstas tengan un efecto desfavorable sobre la estructura de valor:*

- *En viviendas, hoteles y residencias: 0,5.*
- *En edificios públicos, oficinas, comercios: 0,6.*
- *En locales de aglomeración y espectáculos: 0,6.*
- *Para sobrecargas de nieve, si ésta permanece más de 30 días/año: 0,5.*
- ***Para sobrecargas de uso en almacenes, archivos, etc.: 1,0.”***

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Por último, la parte de sismo a considerar, será según norma.

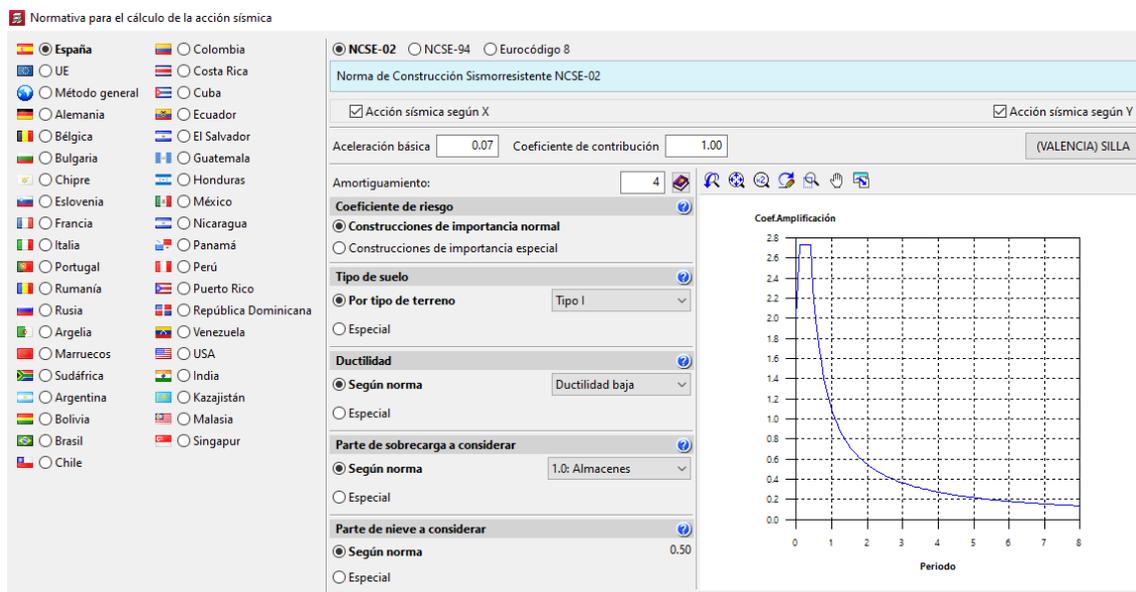


Figura 27. Pantalla características sismo CYPE CAD

### 2.4.2. Hipótesis y método de cálculo

#### Normas consideradas

Hormigón y acero: Código Estructural

#### Categoría de uso

G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento.

#### Estados Límite

CTE y Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

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

- **Con coeficientes de combinación**

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

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

- **Sin coeficientes de combinación**

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

- Donde:

- G<sub>k</sub>      Acción permanente
- P<sub>k</sub>      Acción de pretensado
- Q<sub>k</sub>      Acción variable
- γ<sub>G</sub>      Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ<sub>Q</sub>      Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- γ<sub>Q,1</sub>    Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- γ<sub>Q,i</sub>    Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- ψ<sub>P1</sub>    Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- ψ<sub>ai</sub>    Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

**Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)**

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

• **Desplazamientos**

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (ψ <sub>s</sub> )
Carga Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

**Nombres de las hipótesis**

PP              Peso Propio

CM              Cargas Muertas

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Qa	Sobrecarga de uso
V (+X exc. +)	Viento +X exc. +
V (+X exc. -)	Viento +X exc. -
V (-X exc. +)	Viento -X exc. +
V (-X exc. -)	Viento -X exc. -
V (+Y exc. +)	Viento +Y exc. +
V (+Y exc. -)	Viento +Y exc. -
V (-Y exc. +)	Viento -Y exc. +
V (-Y exc. -)	Viento -Y exc. -
SX	Sismo X
SY	Sismo Y

### 2.4.3. Materiales utilizados

- Hormigones**

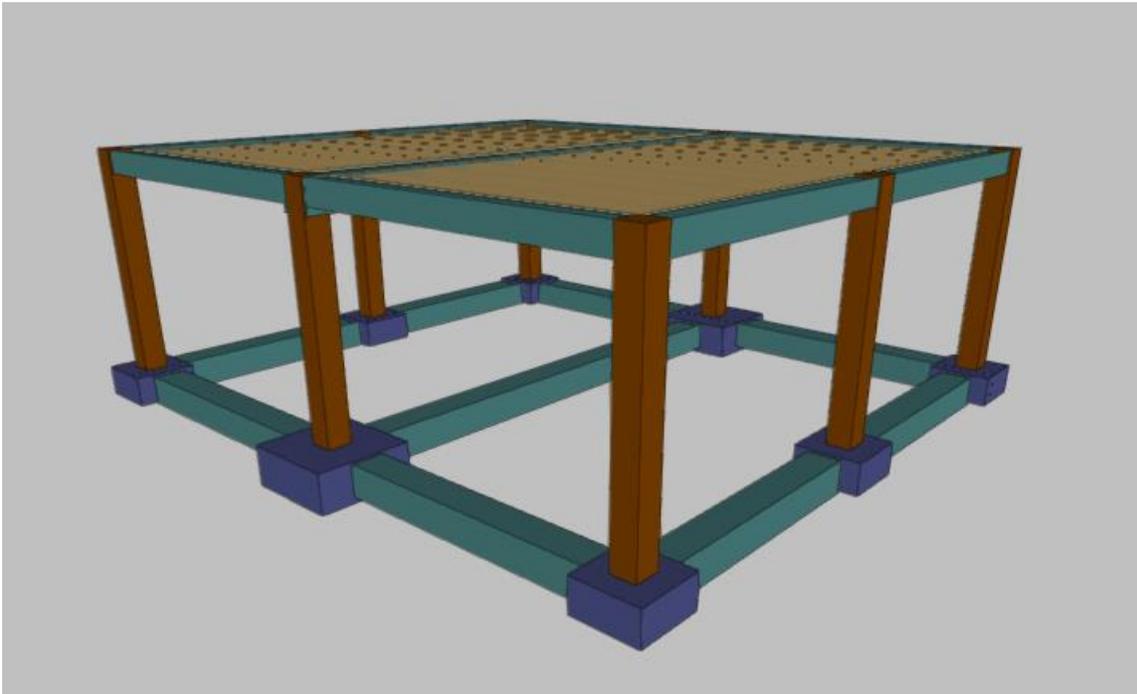
Elemento	Hormigón	f <sub>ck</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>c</sub>	Árido		E <sub>c</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )
				Naturaleza	Tamaño max. (mm)	
Todos	HA-25	255	1.50	Cuarcita	15	277920

- Aceros**

Elemento	Acero	f <sub>yk</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>s</sub>
Todos	B 500 SD	5097	1.15

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

---



*Figura 23. Imagen 3D caseta para equipos de PCI*

#### **2.4.4. Resultados comprobaciones ELU**

##### **2.4.4.1. Notación**

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N, M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales

Disp. S.: Criterios de diseño por sismo

Cap.: Diseño por capacidad

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

2.4.4.2. Pilares

Pilar 1

Tabla 24. Resultados ELU Pilar 1

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	12.0	10.3	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	12.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	15.2	4.3	1.9	-1.6	-4.1	Cumple
		2.2 m	Cumple	Cumple	11.8	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	-2.3	-1.6	-4.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	11.8	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	-2.3	-1.6	-4.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	11.8	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	-2.3	-1.6	-4.1	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.3	17.0	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	-2.3	-1.6	-4.1	Cumple
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado. <sup>(3)</sup> PP+CM-0.3-SX-SY <sup>(4)</sup> PP+CM-SX+0.3-SY																	

Pilar 2

Tabla 25. Resultados ELU Pilar 2

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	54.9	77.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	77.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	105.6	43.0	0.0	0.0	-29.9	Cumple
		2.1 m	Cumple	Cumple	54.9	77.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	77.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	105.6	43.0	0.0	0.0	-29.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	54.9	77.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	77.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	105.6	43.0	0.0	0.0	-29.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	53.9	55.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	55.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	113.4	-34.6	0.0	0.0	-29.9	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	8.8	55.1	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	55.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	113.4	-34.6	0.0	0.0	-29.9	Cumple
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado. <sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa																	

Pilar 3

Tabla 26. Resultados ELU Pilar 3

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	12.0	10.3	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	12.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	15.2	4.3	-1.9	1.6	-4.1	Cumple
		2.2 m	Cumple	Cumple	11.8	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	2.3	1.6	-4.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	11.8	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	N,M S.	21.2	-3.0	6.8	3.8	-2.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	11.8	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	2.3	1.6	-4.1	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.3	17.0	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.2	-6.9	2.3	1.6	-4.1	Cumple
Notas: <sup>(1)</sup> La comprobación no procede <sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado. <sup>(3)</sup> PP+CM-0.3-SX-SY <sup>(4)</sup> PP+CM+SX-0.3-SY																	

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

**Pilar 4**

**Tabla 27. Resultados ELU Pilar 4**

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	9.7	6.7	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	9.7	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	35.5	2.4	3.3	-2.4	-3.0	Cumple
		2.2 m	Cumple	Cumple	9.5	11.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	11.1	G, Q <sup>(4)</sup>	N,M	50.8	0.0	4.8	-3.1	0.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	9.5	11.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	11.1	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	41.5	-5.6	-3.3	-2.4	-3.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	9.5	11.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	11.1	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	41.5	-5.6	-3.3	-2.4	-3.0	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.1	11.1	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	11.1	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	41.5	-5.6	-3.3	-2.4	-3.0	Cumple

**Notas:**  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado.  
<sup>(3)</sup> PP+CM-0,3-SX-SY  
<sup>(4)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa

**Pilar 5**

**Tabla 28. Resultados ELU Pilar 5**

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	9.7	6.7	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	9.7	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	35.5	2.4	-3.3	2.4	-3.0	Cumple
		2.2 m	Cumple	Cumple	9.5	11.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	11.1	G, Q <sup>(4)</sup>	N,M	50.8	0.0	-4.8	3.1	0.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	9.5	11.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	11.1	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	41.5	-5.6	3.3	2.4	-3.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	9.5	11.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	11.1	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	41.5	-5.6	3.3	2.4	-3.0	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.1	11.1	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	11.1	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	41.5	-5.6	3.3	2.4	-3.0	Cumple

**Notas:**  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado.  
<sup>(3)</sup> PP+CM-0,3-SX-SY  
<sup>(4)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa

**Pilar 6**

**Tabla 29. Resultados ELU Pilar 6**

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	12.0	10.3	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	12.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.,N,M S.	15.3	-4.3	1.9	-1.6	4.1	Cumple
		2.2 m	Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.3	6.9	-2.3	-1.6	4.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	N,M S.	21.3	3.0	-6.8	-3.8	2.2	Cumple
			Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.3	6.9	-2.3	-1.6	4.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	N,M S.	21.3	3.0	-6.8	-3.8	2.2	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.3	17.0	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.3	6.9	-2.3	-1.6	4.1	Cumple

**Notas:**  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado.  
<sup>(3)</sup> PP+CM+0,3-SX+SY  
<sup>(4)</sup> PP+CM-SX+0,3-SY

**Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)**

**Pilar 7**

**Tabla 30. Resultados ELU Pilar 7**

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	54.8	77.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	77.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	106.1	-43.1	0.0	0.0	29.9	Cumple
		2.1 m	Cumple	Cumple	54.8	77.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	77.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	106.1	-43.1	0.0	0.0	29.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	54.8	77.1	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	77.1	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	106.1	-43.1	0.0	0.0	29.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	53.9	55.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	55.0	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	113.8	34.6	0.0	0.0	29.9	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	8.8	55.0	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	55.0	G, Q <sup>(3)</sup>	Q,N,M	113.8	34.6	0.0	0.0	29.9	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado.  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa

**Pilar 8**

**Tabla 31. Resultados ELU Pilar 8**

Sección de hormigón																	
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones							Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Disp. S.	Cap.	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Cubierta (0 - 3 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	12.0	10.3	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	12.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S., N,M S.	15.3	-4.3	-1.9	1.6	4.1	Cumple
		2.2 m	Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.3	6.9	2.3	1.6	4.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	N,M S.	21.3	3.0	6.8	3.8	2.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	11.7	17.0	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.3	6.9	2.3	1.6	4.1	Cumple
Cimentación	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.3	17.0	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	17.0	G, S <sup>(3)</sup>	Q S.	21.3	6.9	2.3	1.6	4.1	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado.  
<sup>(3)</sup> PP+CM+0.3-SX+SY  
<sup>(4)</sup> PP+CM+SX-0.3-SY

**2.4.4.3. Vigas**

**Tabla 32. Resultados ELU Vigas**

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)															Estado				
	Disp.	Arm.	Q	Q S.	N,M	N,M S.	T <sub>r</sub>	T <sub>e</sub>	T <sub>u</sub>	TNM	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>s</sub>	TV <sub>ss</sub>	T <sub>Disp<sub>xx</sub></sub>		T <sub>Disp<sub>yy</sub></sub>	Disp. S.	Cap. S	
D1-D7	umple	Cumple	'3.792 m' η = 18.6	'3.792 m' η = 16.1	'P2' η = 21.7	'P2' η = 18.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	N.P. <sup>(12)</sup>	Cumple	η = 21.7
D3-D3	umple	Cumple	'0.258 m' η = 18.6	'0.258 m' η = 16.1	'P2' η = 21.7	'P2' η = 18.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	N.P. <sup>(12)</sup>	Cumple	η = 21.7
D6-D7	umple	Cumple	'3.792 m' η = 18.4	'3.792 m' η = 16.0	'P7' η = 21.5	'P7' η = 18.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	N.P. <sup>(12)</sup>	Cumple	η = 21.5
D7-D8	umple	Cumple	'0.258 m' η = 18.4	'0.258 m' η = 16.0	'P7' η = 21.5	'P7' η = 18.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	N.P. <sup>(12)</sup>	Cumple	η = 21.5
P1-P4	umple	Cumple	'3.292 m' η = 41.5	'3.292 m' η = 31.6	'P4' η = 50.5	'P4' η = 33.2	'3.365 m' η = 7.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	Cumple	η = 50.5
D4-D6	umple	Cumple	'0.258 m' η = 41.0	'0.258 m' η = 31.3	'P4' η = 50.5	'P4' η = 33.3	'0.000 m' η = 6.9	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	Cumple	η = 50.5
D7-D7	umple	Cumple	'1.965 m' η = 49.3	'1.965 m' η = 35.1	'P5' η = 58.0	'P5' η = 36.5	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	N.P. <sup>(12)</sup>	Cumple	η = 58.0
P3-P5	umple	Cumple	'3.292 m' η = 41.5	'3.292 m' η = 31.6	'P5' η = 50.5	'P5' η = 33.2	'3.365 m' η = 7.7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	Cumple	η = 50.5
P5-P8	umple	Cumple	'0.258 m' η = 41.0	'0.258 m' η = 31.3	'P5' η = 50.5	'P5' η = 33.3	'0.000 m' η = 6.9	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(11)</sup>	Cumple	η = 50.5

---: posiciones relativas a las armaduras  
 Arm.: Armadura mínima y máxima  
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)  
 Q S.: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones sísmicas)  
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)  
 N,M S.: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales (combinaciones sísmicas)  
 T: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.  
 T<sub>r</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.  
 T<sub>e</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.  
 TNM: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.  
 TV<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua  
 TV<sub>y</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua  
 TV<sub>s</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.  
 TV<sub>ss</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.  
 T<sub>Disp<sub>xx</sub></sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.  
 T<sub>Disp<sub>yy</sub></sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.  
 Disp. S.: Criterios de diseño por sismo.  
 Cap. S.: Diseño por capacidad. Esfuerzo cortante en vigas.  
 x: Distancia al origen de la barra  
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
<sup>(1)</sup> La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.  
<sup>(3)</sup> Debido a las características de aceleración sísmica de la zona y ductilidad de diseño de la estructura, no se realiza ninguna comprobación en cuanto a criterios de diseño por sismo para estructuras de hormigón armado.  
<sup>(4)</sup> No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Diseño de la instalación de protección contra incendios y cálculo estructural de la caseta para albergar los equipos y losa base para el depósito de protección contra incendios de un complejo industrial de 20.000 m<sup>2</sup> destinado a uso alimentario y situado en Silla (Valencia)

Tabla 33. Comprobaciones de fisuración (CE)

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	$\sigma_{sr}$	$V_{fis}$	
P1 - P2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Cumple	<b>CUMPLE</b>
P2 - P3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Cumple	<b>CUMPLE</b>
P6 - P7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Cumple	<b>CUMPLE</b>
P7 - P8	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Cumple	<b>CUMPLE</b>
P1 - P4	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P4 - P6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P2 - P7	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.615 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 1.265 m Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b>

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	$\sigma_{sr}$	$V_{fis}$	
P3 - P5	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P5 - P8	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>

Notación:

$W_{k,C,sup.}$ : Cálculo del ancho de fisura: Cara superior  
 $W_{k,C,Lat.Der.}$ : Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha  
 $W_{k,C,inf.}$ : Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior  
 $W_{k,C,Lat.Izq.}$ : Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda  
 $\sigma_{sr}$ : Área mínima de armadura  
 $V_{fis}$ : Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante  
x: Distancia al origen de la barra  
 $\eta$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

<sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.

Tabla 34. Comprobaciones a flecha

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/250$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{r,max} \leq f_{r,lim}$ $f_{r,lim} = L/250$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/250$	Estado
P1 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 16.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.38 mm $f_{r,lim}$ : 16.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 16.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P2 - P3	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 16.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.38 mm $f_{r,lim}$ : 16.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 16.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P6 - P7	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 16.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.38 mm $f_{r,lim}$ : 16.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 16.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P7 - P8	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 16.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.38 mm $f_{r,lim}$ : 16.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 16.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P1 - P4	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.60 mm $f_{r,lim}$ : 14.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.27 mm $f_{A,lim}$ : 14.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P4 - P6	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.60 mm $f_{r,lim}$ : 14.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.27 mm $f_{A,lim}$ : 14.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P2 - P7	$f_{i,Q}$ : 0.40 mm $f_{i,Q,lim}$ : 29.60 mm	$f_{r,max}$ : 17.72 mm $f_{r,lim}$ : 29.60 mm	$f_{A,max}$ : 8.33 mm $f_{A,lim}$ : 29.60 mm	<b>CUMPLE</b>
P3 - P5	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.60 mm $f_{r,lim}$ : 14.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.27 mm $f_{A,lim}$ : 14.20 mm	<b>CUMPLE</b>
P5 - P8	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.20 mm	$f_{r,max}$ : 0.60 mm $f_{r,lim}$ : 14.20 mm	$f_{A,max}$ : 0.27 mm $f_{A,lim}$ : 14.20 mm	<b>CUMPLE</b>