

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial

Proyecto de ejecución de instalaciones de protección  
contra incendios en una nave industrial de uso  
logístico

Autor: Andrés Pérez López

Tutor: Estanislao Núñez Delgado

**Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos  
de Ingeniería**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**

Sevilla, 2023





Proyecto Fin de Máster  
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

# **Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico**

Autor:  
Andrés Pérez López

Tutor:  
Estanislao Núñez Delgado  
Profesor Asociado

Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla  
Sevilla, 2023



Trabajo Fin de Máster: Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico

Autor: Andrés Pérez López

Tutor: Estanislao Núñez Delgado

El tribunal nombrado para juzgar el Trabajo arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2023

El Secretario del Tribunal



*A la memoria de mi Padre, siempre presente  
en cada uno de mis pasos.*

*A mi madre, la persona que nunca tiró la  
toalla conmigo y me enseñó a ver el lado  
bueno de las cosas.*

*Esto no sería posible sin vosotros y vuestro  
ejemplo.*





# Agradecimientos

---

Mención especial para mi madre, quien supo ver siempre lo bueno que hay en mí y siempre ha sido capaz de darme ese empujón que necesitaba. Eres la personificación del esfuerzo, el trabajo y el cariño de una madre, gracias por hacerme crecer día a día y estar ahí para apoyarme.

A mi padre, quien fue un ejemplo de lucha y fortaleza, siempre te dedicaré todas mis victorias. Gracias por ser mi héroe de la infancia.

A mi abuelo Andrés, mi referente en el mundo de la Ingeniería y quien me animó a tomar este camino.

A mis hermanos: Gonzalo, Irene, Elena, Manuel y Pedro.

El presente Trabajo de Fin de Máster ha sido realizado bajo la tutela del Profesor Estanislao Núñez Delgado, a quien agradezco el haberme dedicado su tiempo y dedicación siempre que ha sido necesario, a pesar de los contratiempos.

*Andrés Pérez López*

*Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales*

*Sevilla, 2023*



# Resumen

---

En el presente Trabajo Fin de Máster se ha realizado el diseño de las instalaciones en materia de protección contra incendios para un establecimiento industrial de uso logístico y altura libre mayor de 14 metros. El objetivo es justificar adecuadamente el cumplimiento normativo y establecer convenientemente los criterios a emplear en el diseño y la definición de las instalaciones.

Para abordar este tema, se expondrá la normativa que será necesario tener en cuenta para el diseño de dichas instalaciones y se analizará la forma más eficiente de abordarla. Por tanto, como en cualquier proyecto, se propugnará por obtener la solución que mayor beneficio pueda proporcionar, protegiendo de forma efectiva el establecimiento y sin comprometer el marco legal del mismo.



# Abstract

---

In this project, the design of the facilities in terms of fire protection has been carried out for an industrial establishment for logistics use. The objective is to adequately justify regulatory compliance and conveniently establish the criteria to be used in the design and definition of the facilities.

To address this issue, the regulations that will need to be considered for the design of said facilities will be exposed and the most efficient way of addressing it will be analyzed. Therefore, as in any project, efforts will be made to obtain the solution that can provide the greatest benefit, effectively protecting the establishment and without compromising its legal framework.



<b>Agradecimientos</b>	<b>ix</b>
<b>Resumen</b>	<b>xi</b>
<b>Abstract</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice</b>	<b>xv</b>
<b>Índice de Tablas</b>	<b>xix</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>xxi</b>
<b>1 Objeto del trabajo</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Sumario</i>	1
<b>2 Normativa</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Normativa técnica aplicable</i>	3
2.1.1 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI)	3
2.1.2 Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI)	3
2.1.3 Código Técnico de la Edificación	3
2.1.4 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets	3
2.1.5 NFPA 13 - 2019: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores	4
2.2 <i>Normas UNE</i>	4
2.3 <i>CEPREVEN</i>	9
2.4 <i>Otras normas</i>	9
<b>3 Establecimiento industrial</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Descripción del establecimiento industrial</i>	11
3.2 <i>Caracterización del establecimiento industrial</i>	12
3.2.1 Configuración y ubicación	12
3.2.2 Nivel de riesgo intrínseco	12
3.3 <i>Requisitos constructivos del establecimiento industrial</i>	13
3.3.1 Sectorización del establecimiento industrial	13
3.3.2 Materiales	16
3.3.2.1 Productos de revestimientos	17
3.3.3 Estabilidad al fuego de elementos estructurales	18
3.3.4 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento	18
3.3.5 Evacuación del establecimiento industrial	19
3.3.6 Ventilación y eliminación de humos	20
3.3.7 Almacenamiento	20
<b>4 Requisitos de instalaciones contra incendios</b>	<b>23</b>
4.1 <i>Sistemas automáticos de detección de incendio</i>	23
4.2 <i>Sistemas manuales de alarma de incendio</i>	24
4.3 <i>Sistemas de comunicación de alarma</i>	24
4.4 <i>Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios</i>	24
4.5 <i>Sistemas de hidrantes exteriores</i>	26
4.6 <i>Extintores de incendio</i>	27

4.7	<i>Sistemas de bocas de incendio equipadas</i>	28
4.8	<i>Sistemas de columna seca</i>	29
4.9	<i>Sistemas de rociadores automáticos de agua</i>	29
4.10	<i>Sistemas de agua pulverizada</i>	29
4.11	<i>Sistemas de espuma física</i>	29
4.12	<i>Sistemas de extinción por polvo</i>	30
4.13	<i>Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos</i>	30
4.14	<i>Sistemas de alumbrado de emergencia</i>	30
4.15	<i>Señalización</i>	31
4.15.1	Señalización de las salidas	31
4.15.2	Señalización de los medios de protección contra incendios	31
<b>5</b>	<b>Diseño de las instalaciones contra incendios</b>	<b>33</b>
5.1	<i>Selección del Sistema automático de detección y alarma de incendio</i>	33
5.1.1	Consideraciones de diseño del sistema automático de detección y alarma de incendio	33
5.1.2	Selección y ubicación del sistema automático de detección	35
5.2	<i>Selección de los sistemas manuales de alarma de incendios</i>	40
5.3	<i>Selección del Sistema de comunicación de alarma</i>	41
5.4	<i>Selección y ubicación de extintores</i>	42
5.5	<i>Selección del sistema de rociadores</i>	43
5.5.1	Norma UNE-EN 12845	43
5.5.2	NFPA 13	46
5.5.3	Datasheet 8-9 (FM Global)	47
5.5.4	Selección del rociador	50
5.5.5	Conclusiones	51
5.6	<i>Diseño de la red de hidrantes</i>	52
5.7	<i>Diseño de la red hidráulica del sistema de rociadores</i>	53
5.7.1	Sistema de abastecimiento	54
5.7.2	Grupo de presión	55
5.7.3	Puesto de control	57
5.7.4	Sistema de tuberías	58
5.7.5	Características de la red	58
5.8	<i>Diseño de la red hidráulica del sistema de BIEs</i>	59
5.8.1	Elementos de la red de BIEs	60
5.8.2	Puesto de control reducido	61
5.9	<i>Diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor</i>	62
5.9.1	Normativa aplicable al sistema de control de humos y calor	62
5.9.2	Número de exutorios necesarios	64
5.9.3	Barreras de humo	66
5.10	<i>Selección de los dispositivos de control</i>	67
5.10.1	Central de detección	67
5.10.2	Módulos de entrada/salida	68
5.10.3	Sistema de control de exutorios	68
5.11	<i>Selección de los sistemas de alumbrado de emergencia</i>	68
5.12	<i>Selección de la señalización</i>	69
5.12.1	Recorridos de evacuación	69
5.12.2	Equipos de protección contra incendios	71
<b>Anexo</b>	<b>Pliego de condiciones</b>	<b>73</b>
1	<i>Sistema de abastecimiento de agua contra incendios</i>	73
1.1	Equipos de bombeo principales	73
1.2	Equipo de bombeo auxiliar (Jockey)	74
1.3	Motores eléctricos	74
1.4	Motores diésel	74



1.5	Sistema de arranque	74
1.6	Cuadros eléctricos de control y maniobra	75
1.7	Válvulas	75
1.8	Presostatos	75
1.9	Tuberías	76
1.10	Depósitos de reserva de agua contra incendios	76
1.11	Pruebas	76
2	<i>Sistemas de rociadores automáticos</i>	77
2.1	Rociadores	77
2.2	Puestos de alarma y control	77
2.3	Ramales	78
2.4	Tuberías	78
2.5	Accesorios	78
2.6	Pruebas	79
3	<i>Sistema de BIE's</i>	79
3.1	Tipo de BIE	79
3.2	Ubicación	80
3.3	Conexión	80
3.4	Tuberías	80
3.5	Pruebas	80
4	<i>Sistema de hidrantes exteriores</i>	81
4.1	Hidrantes	81
4.2	Casetas para dotación de material auxiliar	81
4.3	Tuberías y accesorios	81
4.4	Pruebas	82
5	<i>Red de tuberías</i>	82
5.1	Redes de tuberías aéreas	82
5.2	Redes de tuberías enterradas	84
6	<i>Extintores de incendios</i>	86
6.1	Pruebas	86
7	<i>Sistemas automáticos de detección</i>	87
7.1	Condiciones generales de funcionamiento	87
7.2	Equipos de control y señalización	87
7.3	Detectores automáticos de incendio	88
7.4	Pulsadores manuales de alarma	88
7.5	Módulo monitor de 1 entrada no analógica	89
7.6	Módulo monitor de 2 entradas no analógica	89
7.7	Módulo monitor de 10 entradas no analógicas	89
7.8	Módulo de control de 1 salida para maniobras	89
7.9	Sirena de alarma direccionable	90
7.10	Electroimán para retención de puertas	90
7.11	Instalación eléctrica	90
8	<i>Sistema de control de humos y calor</i>	90
9	<i>Sistema de alumbrado de emergencia</i>	91
10	<i>Señalización de los medios de extinción</i>	91
11	<i>Sellados de protección pasiva contra incendios</i>	91
12	<i>Control de calidad</i>	92
13	<i>Documentación final de obra</i>	92
	<b>Anexo I Planos</b>	<b>95</b>
	<b>Anexo II Cálculos</b>	<b>105</b>
	<i>Evacuación de humos</i>	105
	<i>Cálculos hidráulicos</i>	107

**Anexo III Presupuesto**

**113**

**Referencias**

**133**

# ÍNDICE DE TABLAS

---

<b>Tabla 1.</b> Sectorización aplicada al proyecto	16
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de los materiales según su comportamiento frente al fuego	17
<b>Tabla 3.</b> Materiales empleados en la construcción y su comportamiento frente al fuego	17
<b>Tabla 4.</b> Estabilidad al fuego exigida según el RSCIEI	18
<b>Tabla 5.</b> Cobertura de los puntos de muestreo según la categoría del sistema DHA	36
<b>Tabla 6.</b> Extintores y disposición en el establecimiento	42
<b>Tabla 7.</b> Limitaciones de situación para rociadores intermedios	45
<b>Tabla 8.</b> Resumen de requisitos de diseño	46
<b>Tabla 9.</b> Resumen de requisitos para la altura de almacenamiento	47
<b>Tabla 10.</b> Caudal necesario según el tipo de rociador	49
<b>Tabla 11.</b> Especificaciones para VK510 según normativa FM	50
<b>Tabla 12.</b> Necesidades de abastecimiento de los sistemas de PCI	53
<b>Tabla 13.</b> Características de la red hidráulica	59
<b>Tabla 14.</b> Válvulas de corte según el elemento de la red de abastecimiento	75
<b>Tabla 15.</b> Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías del sistema de abastecimiento	76
<b>Tabla 16.</b> Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías del sistema de rociadores	78
<b>Tabla 17.</b> Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías del sistema de BIE's	80
<b>Tabla 18.</b> Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías	84
<b>Tabla 19.</b> Marcado mínimo requerido para la red de tuberías	84
<b>Tabla 20.</b> Marcado mínimo requerido para los accesorios	85
<b>Tabla 21.</b> Marcado mínimo requerido para las etiquetas de los accesorios	85
<b>Tabla 22.</b> Dimensiones normalizadas del incendio	105
<b>Tabla 23.</b> Variables empleadas para el cálculo de la masa de humos generada ( $M_f$ )	105
<b>Tabla 24.</b> Variables empleadas para el cálculo de la superficie aerodinámica de evacuación ( $A_{vC_v}$ )	106
<b>Tabla 25.</b> Longitudes equivalentes (L.E.) empleadas en el proyecto	107



# ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.</b> Esquema general en planta del establecimiento industrial.	11
<b>Figura 2.</b> Sección del establecimiento industrial.	12
<b>Figura 3.</b> Densidad de carga en función del NRI	13
<b>Figura 4.</b> Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio	14
<b>Figura 5.</b> Sectorización elegida para la nave 3	15
<b>Figura 6.</b> Información técnica de la puerta corredera industrial guillotina	19
<b>Figura 7.</b> Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas	20
<b>Figura 8.</b> Requisitos normativos para la instalación de sistemas de evacuación de humos.	20
<b>Figura 9.</b> Ejemplo de los elementos que componen el almacenamiento en estanterías	21
<b>Figura 10.</b> Ejemplo de la variación del ancho de pasillo en función del tipo de carretilla	22
<b>Figura 11.</b> Requisitos normativos para la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios	23
<b>Figura 12.</b> Requisitos de instalación de sistemas manuales de alarma de incendio	24
<b>Figura 13.</b> Requisitos de instalación de sistemas de comunicación de alarma	24
<b>Figura 14.</b> Categorización de abastecimientos según sistemas instalados	25
<b>Figura 15.</b> Clase de abastecimiento y combinaciones posibles para la Categoría I	25
<b>Figura 16.</b> Cuadro resumen para el cálculo considerando la simultaneidad	26
<b>Figura 17.</b> Requisitos de instalación de hidrantes exteriores	26
<b>Figura 18.</b> Coeficiente de flujo mínimo según la instalación	27
<b>Figura 19.</b> Tabla de necesidades de agua para hidrantes exteriores	27
<b>Figura 20.</b> Determinación de la dotación de extintores	28
<b>Figura 21.</b> Tipo de BIE y necesidades de agua	28
<b>Figura 22.</b> Requisitos para la instalación de sistemas de rociadores	29
<b>Figura 23.</b> Condiciones de instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia	30
<b>Figura 24.</b> Esquema básico de un sistema de detección por aspiración.	33
<b>Figura 25.</b> Emplazamiento y separación bajo falsos techos.	34
<b>Figura 26.</b> Área máxima de vigilancia autorizada para los detectores.	34
<b>Figura 27.</b> Ejemplo de matriz de distribución de detectores puntuales.	34
<b>Figura 28.</b> Separación de los detectores de humo del techo con pendiente.	35
<b>Figura 29.</b> Categoría del sistema DHA para cubrir situaciones fuera del alcance de la norma UNE	35
<b>Figura 30.</b> Detalle del Plano N°8 ‘PCI-Sistemas de detección y alarma’	36
<b>Figura 31.</b> Especificaciones del dispositivo VESDA VEP-A10-P seleccionado	37
<b>Figura 32.</b> Espaciamiento sugerido según la guía de diseño de Vision Fire & Security	38
<b>Figura 33.</b> Extracto del sector 2-2 del Plano N°2 ‘PCI-Sistemas de detección y alarma’	38

<b>Figura 34.</b> Detalle del Plano N°2 ‘PCI-Sistemas de detección y alarma’	39
<b>Figura 35.</b> Extracto del sector 1-3 del Plano N°2 ‘PCI-Sistemas de detección y alarma’	39
<b>Figura 36.</b> Pulsador de alarma elegido para el proyecto	40
<b>Figura 37.</b> Dispositivo seleccionado para la comunicación de la alarma.	41
<b>Figura 38.</b> Alturas de almacenamiento máximas definidas para el Riesgo Ordinario según UNE 12845	43
<b>Figura 39.</b> Extracto de las limitaciones según la configuración de almacenamiento	43
<b>Figura 40.</b> Extracto de las alturas máximas según la configuración del almacenamiento	44
<b>Figura 41.</b> Situación de rociadores de nivel intermedio en estantería	45
<b>Figura 42.</b> Sistema de rociadores en función de la altura máxima de almacenamiento	48
<b>Figura 43.</b> Distancias mínimas y máximas hasta el techo de la red de rociadores.	50
<b>Figura 44.</b> Kv necesario en función del tipo de hidrante empleado	52
<b>Figura 45.</b> Hidrante bajo nivel de tierra modelo HE8, con dos salidas de 70 mm	52
<b>Figura 46.</b> Posibilidades de accionamiento de los grupos de bombeo	54
<b>Figura 47.</b> Configuración elegida para el sistema de abastecimiento del proyecto	54
<b>Figura 48.</b> Tipo de depósito seleccionado para el sistema de abastecimiento	55
<b>Figura 49.</b> Imagen y dimensiones del grupo de presión seleccionado.	56
<b>Figura 50.</b> Curvas características y punto de operación del equipo seleccionado.	57
<b>Figura 51.</b> Vista tridimensional del puesto de control seleccionado.	58
<b>Figura 52.</b> Imágenes y medidas del modelo de BIE seleccionado	61
<b>Figura 53.</b> Puesto de control seleccionado	61
<b>Figura 54.</b> Medidas del equipo seleccionado	62
<b>Figura 55.</b> Regiones de diseño para grandes espacios de volumen simple	63
<b>Figura 56.</b> Modelo de incendio de diseño para edificios de almacenamiento	63
<b>Figura 57.</b> Depósitos de humos y medidas en la nave 1	64
<b>Figura 58.</b> Características técnicas del exutorio seleccionado	66
<b>Figura 59.</b> Ejemplo de una barrera de humo fija en un establecimiento logístico	67
<b>Figura 60.</b> Central de detección seleccionada y sus características	67
<b>Figura 61.</b> Ejemplos de sistemas de control de exutorios del proveedor seleccionado para el proyecto	68
<b>Figura 62.</b> Ejemplo de alumbrado de emergencia	69
<b>Figura 63.</b> Características de la señalización de salidas habituales	69
<b>Figura 64.</b> Medidas de la señalización de las salidas de emergencia	70
<b>Figura 65.</b> Medidas de la señalización de dirección hacia las salidas de emergencia	70
<b>Figura 66.</b> Ejemplos de la señalización para los equipos PCI definida en la norma UNE 23033-1	71
<b>Figura 67.</b> Tabla de longitudes equivalentes de tubería recta de acero	107
<b>Figura 68.</b> Modelo de la red empleado para la simulación del cálculo hidráulico.	108
<b>Figura 69.</b> Ubicación de los rociadores para el área hidráulicamente más desfavorable	108
<b>Figura 70.</b> Áreas de operación más favorables y desfavorables en configuración de tubería en rejilla	109
<b>Figura 71.</b> Red de rociadores empleada para el cálculo hidráulico	109

<b>Figura 72.</b> Presiones obtenidas en la red de rociadores	110
<b>Figura 73.</b> Presiones en detalle de la red de rociadores en funcionamiento	110
<b>Figura 74.</b> Velocidades obtenidas en la red de rociadores	110
<b>Figura 75.</b> Presiones obtenidas en la posición más desfavorable del modelo	111
<b>Figura 76.</b> Velocidades obtenidas en la posición más desfavorable del modelo	111









# 1 OBJETO DEL TRABAJO

---

El objetivo de este Trabajo de Fin de Máster es el estudio y definición de los requisitos necesarios en materia de protección contra incendios que deberá cumplir el establecimiento industrial objeto de estudio. El establecimiento es una nave industrial de uso logístico, cuya actividad prevista es el almacenamiento manual en estanterías, siendo la altura de almacenamiento considerada de 11 m.

Será necesario cumplir con las normativas que apliquen para poder garantizar la seguridad e integridad del establecimiento en caso de incendio, permitiendo que la instalación diseñada pueda responder adecuadamente evitando la propagación del incendio y facilitando su extinción y la evacuación del establecimiento (en caso de producirse).

## 1.1 Sumario

El trabajo se va a estructurar siguiendo una serie de capítulos que darán linealidad y continuidad al contenido, haciendo que el tema a tratar sea más dinámico y comprensible. De esta forma, se tratará en la medida de lo posible que los conceptos nuevos que vayan apareciendo se hayan introducido anteriormente en la medida de lo posible.

El primer bloque, compuesto por el capítulo 2 “Normativa”, tratará de recoger toda la normativa aplicable en materia de protección contra incendios. Este capítulo es necesario debido a la cantidad de normas que pueden ser de aplicación al presente caso, recogiendo un total de más de 70 normas distintas tanto a nivel nacional como internacional.

El segundo bloque, estará compuesto por los capítulos 3 “Establecimiento industrial” y 4 “Requisitos de instalaciones contra incendio”, buscará de definir los puntos necesarios para dar cumplimiento al Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Más concretamente, el capítulo 3 “Establecimiento industrial” presentará el establecimiento objeto de estudio y sus características definidas previamente (como el nivel de riesgo intrínseco, altura de almacenamiento, etc.). Las características presentadas en este capítulo no se pueden modificar y actuarán como restricción a nivel normativo, debido a que la finalidad del proyecto es definir los requisitos que este establecimiento debe cumplir para mantener la seguridad en caso de incendio, no modificarlo a nivel constructivo. El capítulo concluye realizando un estudio exhaustivo del Anexo II del RSCIEI.

El capítulo 4, “Requisitos de instalaciones contra incendio” definirá las instalaciones de protección activa contra incendios necesarias para el establecimiento, dando cobertura al Anexo III del RSCIEI.

Por último, el tercer bloque lo compondrá el capítulo 5 “Diseño de las instalaciones contra incendios”. Este bloque tiene como objetivo realizar el diseño y definir los cálculos necesarios para establecer la instalación contra incendios, cumpliendo con las directrices de la normativa aplicable (normas UNE, RIPCI, RSCIEI, Reales Decreto, etc.). Las instalaciones definidas en este bloque deberán prevenir la aparición de un conato de incendio, garantizar la seguridad del establecimiento en caso de que este ocurra y responder adecuadamente, con el fin de evitar su propagación y facilitar la extinción.

Estos bloques irán complementados con una serie de Anexos que tratarán de recoger la información técnica complementaria del proyecto (planos, pliego de condiciones, presupuestos, cálculos, etc.).



# 2 NORMATIVA

---

En este capítulo se presentará las principales normativas empleadas en el presente proyecto. Toda la normativa es de obligado cumplimiento y tiene por objeto regular las instalaciones y establecer operaciones de mantenimiento, obsolescencia e inspecciones periódicas.

## 2.1 Normativa técnica aplicable

### 2.1.1 Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) (R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre)

Este reglamento recoge las condiciones que deben reunir los establecimientos industriales en caso de incendio para conseguir un grado suficiente de seguridad. También contempla la prevención en la aparición de los incendios y cómo lograr una respuesta adecuada en caso de que se produzca.

Está formado por los siguientes tres anexos:

- Anexo I – Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios.
- Anexo II – Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.
- Anexo III – Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios en los establecimientos industriales.

### 2.1.2 Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI) (R.D. 513/2017, de 22 de mayo)

Este reglamento recoge los aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de definir el diseño, la instalación y el mantenimiento e inspección de los sistemas de protección activa contra incendios. Todos los aspectos definidos serán requisito exigible tanto para los sistemas como para los componentes que la conforman.

### 2.1.3 Código Técnico de la Edificación

El objetivo de este documento es garantizar la seguridad y habitabilidad de las construcciones, contemplando las fases de proyecto, construcción, mantenimiento y conservación. Este documento está dividido en dos partes, una primera parte que recoge las disposiciones generales y requisitos en materia de seguridad, y una segunda parte constituida por los “Documentos Básicos” (DB). Estos DB garantizan el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, destacando entre ellos:

- DB-SI (Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio)<sup>1</sup>.
- DB-SE (Documento Básico de Seguridad Estructural).

### 2.1.4 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets

FM Global es una compañía de seguros estadounidense, siendo FM Global el nombre comunicativo de la empresa (su nombre legal es *Factory Mutual Insurance Company*). Esta compañía dispone de unos estándares con un nivel alto de exigencia y cuyo objetivo es reducir la posibilidad de pérdida de propiedad en caso de incendios, condiciones climatológicas adversas o fallos en los equipos eléctricos o mecánicos. Estos estándares en materia de prevención se denominan *FM Global Property Loss Prevention Data Sheets*, y son el resultado de la investigación e ingeniería en materia de prevención y diversos aportes de comités de estándares, fabricantes

---

<sup>1</sup> Este documento sustituye a la anterior NBE-CPI (*Norma Básica de la Edificación: Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios*)

de equipos, etc. Entre estos estándares destacan por su utilización en el presente proyecto:

- *FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 8-9: Storage of class 1, 2, 3, 4 and plastics commodities.*  
Este estándar recoge la prevención de pérdidas en el caso del almacenamiento de materiales de clase 1, 2, 3, 4 y plásticos.
- *FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 2-0: Installation guidelines for automatic sprinklers.*  
Este estándar recoge una serie de pautas (directrices) a la hora de instalar rociadores automáticos.

### 2.1.5 NFPA 13 - 2019: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores

NFPA (*National Fire Protection Association*) es una organización estadounidense que se encarga de establecer y mantener normas y condiciones mínimas en materia de prevención contra incendios. Contempla tanto la instalación de medios, como la capacitación y su uso por el personal de seguridad o por los cuerpos del estado.

En concreto, la NFPA 13 está titulada como “Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores” y tiene el objetivo principal de evitar las muertes y la pérdida de propiedades, por ello, define unos requisitos mínimos para el diseño, instalación, mantenimiento y cumplimiento de la normativa de la forma más efectiva.

## 2.2 Normas UNE

Las normas UNE, Una Norma Española, es el nombre que reciben aquellas normas que son creadas por la entidad AENOR, la Asociación Española de Normalización y Certificación. Estas normas, son especificaciones técnicas de aplicación que están normalizadas, lo que les proporciona características como la mejora de la productividad, la competitividad o el desarrollo económico.

Las normas UNE citadas en el presente proyecto y en los reglamentos aplicables vinculables al proyecto son:

DOCUMENTO NORMATIVO	TÍTULO
UNE-EN 1634-1:2006 + A1:2018	Ensayos de resistencia al fuego y de control de humo de puertas y elementos de cerramiento de huecos, ventanas practicables y herrajes para la edificación. Parte 1: Ensayos de resistencia al fuego de puertas, elementos de cerramiento de huecos y ventanas practicables.
UNE 23500:2021	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
UNE-EN 2:1994 + A1:2005	Clases de fuego
UNE 23033-1:2019	Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Parte 1: Señales y balizamiento de los sistemas y equipos de protección contra incendios.
UNE 23033-2:2018	Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Parte 2: Señalización e identificación de las instalaciones de protección contra incendios.
UNE 81501:1981	Señalización de seguridad en los lugares de trabajo.
UNE 23007-14:2014	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.

UNE-EN 12845:2016 + A1:2021	Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
UNE-EN 14339:2006	Hidrantes contra incendios bajo tierra.
UNE-EN 10217-1:2019	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado soldados eléctricamente y soldados por arco sumergido con características especificadas a temperatura ambiente.
UNE-EN 10217-2:2019	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Tubos soldados eléctricamente de acero aleado y no aleado con características especificadas a temperatura elevada.
UNE-EN 10217-3:2019	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 3: Tubos de acero aleado de grano fino soldados eléctricamente y soldados por arco sumergido con características especificadas a temperaturas ambiente, elevada y baja.
UNE-EN 10217-4:2019	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 4: Tubos soldados eléctricamente de acero no aleado con características especificadas a baja temperatura.
UNE-EN 10217-5:2019	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 5: Tubos soldados por arco sumergido de acero aleado y no aleado con características especificadas a temperatura elevada.
UNE-EN 10217-6:2019	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 6: Tubos soldados por arco sumergido de acero no aleado con características especificadas a baja temperatura.
UNE-EN 10217-7:2021	Tubos de acero soldados para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 7: Tubos de acero inoxidable.
UNE 23400-2:1998	Material de lucha contra incendios. Racores de conexión de 45 mm.
UNE 23585:2017	Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.
UNE-EN 12101-1:2007 + A1:2007	Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 1: Especificaciones para barreras para control de humo.
UNE-EN 12101-2:2021	Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de humo y calor.
UNE 23034:1988	Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
UNE 23035-1:2003	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación

UNE 23035-2:2003	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.
UNE 23035-3:2003	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes.
UNE 23035-4:2003	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.
UNE-EN 10220:2004	Tubos lisos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud.
UNE 23091-1:1989	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: Generalidades.
UNE 23091-2A:1996	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2A: Manguera flexible plana para servicio ligero, de diámetro 45 mm y 70 mm.
UNE 23091-2B:1981	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2B: Manguera flexible plana para servicio duro, de diámetros 25, 45, 70 y 100 mm.
UNE 23091-4/1M:1994	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23091-4:1990	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23091-4/2M:1996	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE-EN 671-1:2013	Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas.
UNE-EN 671-2:2013	Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendio equipadas con mangueras planas.
UNE-EN 671-3:2009	Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 3: Mantenimiento de las bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas y planas.
UNE-EN 10255:2005 + A1:2008	Tubos de acero no aleado aptos para soldeo y roscado. Condiciones técnicas de suministro.
UNE-EN 10216-1:2014	Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 1: Tubos de acero no aleado con características especificadas a temperatura ambiente.
UNE-EN 10216-2:2014+A1:2021	Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Tubos de acero no aleado y aleado con características especificadas a temperatura elevada.



UNE-EN 10216-3:2014	Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 3: Tubos de acero aleado de grano fino.
UNE-EN 10216-4:2014	Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 4: Tubos de acero aleado y no aleado con características especificadas a baja temperatura.
UNE-EN 10216-5:2021	Tubos de acero sin soldadura para usos a presión. Condiciones técnicas de suministro. Parte 5: Tubos de acero inoxidable.
UNE-EN 14384:2006	Hidrantes de columna.
UNE 1063:2016	Identificación de canalizaciones según el fluido que transportan.
UNE-EN 12201-1:2012	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 12201-2:2012+A1:2020	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 2: Tubos.
UNE-EN 12201-3:2012+A1:2013	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 3: Accesorios.
UNE-EN 12201-4:2012	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 4: Válvulas.
UNE-EN 12201-5:2012	Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y saneamiento con presión. Polietileno (PE). Parte 5: Aptitud al uso del sistema.
UNE-EN 3-7:2004+A1:2008	Extintores portátiles de incendios. Parte 7: Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.
UNE-EN 3-8:2022	Extintores portátiles de incendios. Parte 8: Requisitos para la construcción, resistencia a la presión y ensayos mecánicos de extintores con una presión máxima admisible igual o inferior a 30 bar, que cumplen con los requisitos de la Norma EN 3-7.
UNE-EN 3-9:2007	Extintores portátiles de incendios. Parte 9: Requisitos adicionales a la Norma Europea EN 3-7 relativos a la resistencia a la presión de los extintores de CO <sub>2</sub> .
UNE-EN 3-10:2010	Extintores portátiles de incendios. Parte 10: Prescripciones para la evaluación de la conformidad de un extintor portátil de incendios de acuerdo con la Norma europea EN 3-7.
UNE-EN 54-3:2016+A1:2019	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 3: Dispositivos de alarma de incendios. Dispositivos acústicos.
UNE-EN 54-27:2019	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 27: Detectores de humo de conducto.
UNE-EN 54-23:2011	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 23: Dispositivos de alarma de incendios. Dispositivos de alarma visual (VAD).

UNE-EN 54-21:2007	Sistemas de detección y alarma de incendios - Parte 21: Equipos de transmisión de alarmas y avisos de fallo.
UNE-EN 54-20:2007 + AC:2009	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 20: Detectores de aspiración de humos.
UNE-EN 54-18:2007	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 18: Dispositivos de entrada/salida.
UNE-EN 54-17:2007	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 17: Aisladores de cortocircuito.
UNE-EN 54-16:2010	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 16: Control de la alarma por voz y equipos indicadores.
UNE-EN 54-13:2019+A1:2021	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 13: Evaluación de la compatibilidad de los componentes de un sistema.
UNE-EN 54-11:2001 + A1:2007	Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 11: Pulsadores manuales de alarma.
UNE-EN 13501-1:2019	Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

## 2.3 CEPREVEN

CEPREVEN es una Asociación sin ánimo de lucro cuya finalidad es promover el intercambio de información y la experiencia en materia de prevención, tanto con las entidades como con las personas físicas. De esta forma, el sello CEPREVEN garantiza, a aquellos productos que lo portan, el haber superado los controles de calidad necesarios y estar fabricado de acuerdo a unos estándares de calidad elevados durante todo el proceso.

Los documentos que se han empleado relacionados con CEPREVEN son:

DOCUMENTO NORMATIVO	TÍTULO
CEPREVEN RT2-ABA	Regla Técnica para los abastecimientos de agua contra incendios.
CEPREVEN RT2-BIE	Regla Técnica para las Bocas de Incendio Equipadas.
CEPREVEN RT2-CHE	Regla Técnica para las Columnas Hidrantes situadas al Exterior de los Edificios.
CEPREVEN RT1-ROC	Regla Técnica para los Sistemas de Rociadores Automáticos de Agua (Sprinklers). Especificaciones para su Diseño e Instalación

## 2.4 Otras normas

Otras normas empleadas en el desarrollo del proyecto son:

DOCUMENTO NORMATIVO	TÍTULO
Código ASME B 31.1	Código de Normas USA para Tubería de Presión y Tubería para Fuerza Motriz.
Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP5	Reglamento de Aparatos a Presión, referente a extintores de incendios.
ITC-021 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión	Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.
ITC-028 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión	Instalaciones en locales de pública concurrencia.
ISO 3046	Declaraciones de potencia, consumo de combustible y aceite lubricante, métodos de ensayo – Requisitos adicionales para motores de uso general.
ISO 4200	Tubos de acero de extremo liso, soldados y sin costura - Tablas generales de dimensiones y masas por unidad de longitud.



# 3 ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

El propósito de este capítulo es describir el establecimiento industrial objeto de estudio, definiendo de forma clara sus características, dimensiones y las posibles actividades que se llevarán a cabo dentro del mismo. Todo ello permitirá enfocar correctamente la normativa aplicable y acotar el diseño de las instalaciones necesarias.

## 3.1 Descripción del establecimiento industrial

El establecimiento se define como una plataforma logística dividida en cuatro naves ubicadas en la planta baja. Dichas naves pertenecen todas al mismo titular. Además, cada una de ellas tendrá una zona de oficinas de dos plantas sobre rasante.

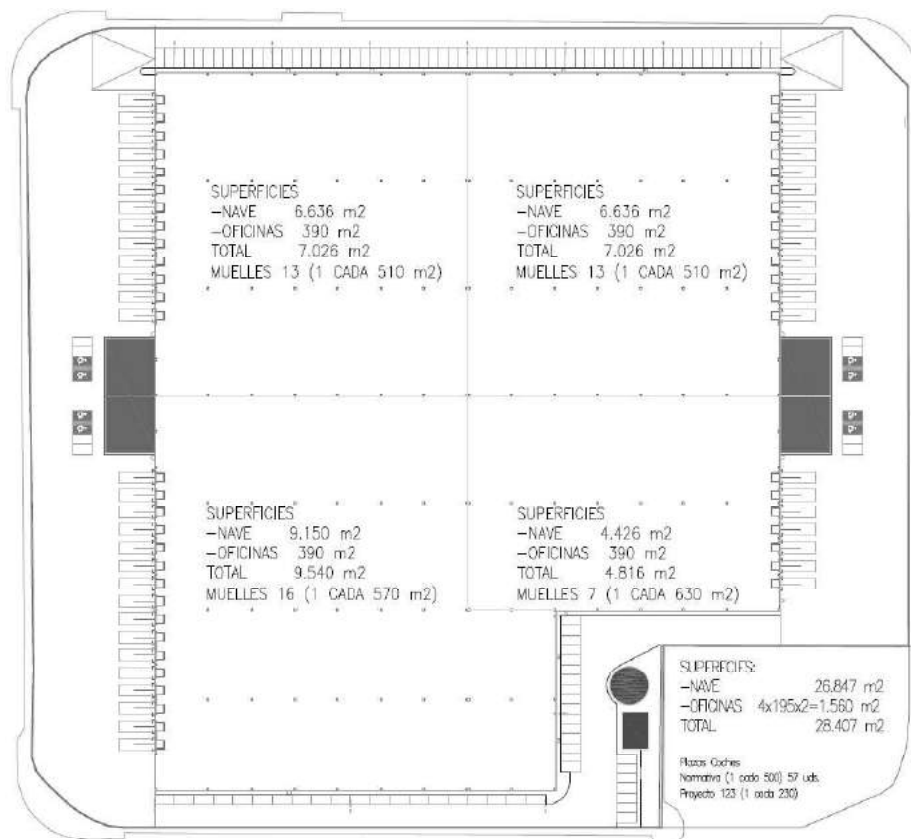
La nave 1 será la más grande y tendrá una superficie construida de 9.150 m<sup>2</sup>. Las naves 2 y 3 serán de igual tamaño y tendrán una superficie construida de 6.636 m<sup>2</sup> y la nave 4 será la más pequeña con una superficie construida de 4.426 m<sup>2</sup>, de manera que entre todas ellas la superficie total construida será de unos 26.848 m<sup>2</sup>.

La superficie construida de cada oficina es de 195 m<sup>2</sup> por planta, por lo que el total de la superficie construida será de unos 28.408 m<sup>2</sup>. El resto de la superficie de la parcela se destinará a viales y aparcamientos, así como una pequeña zona donde se instalará un aljibe y un cuarto de bombas para PCI.

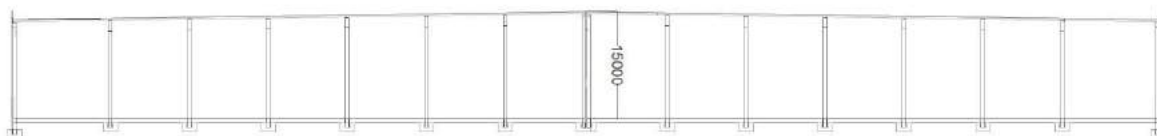
En las fachadas Oeste y Este se ubican los muelles y las playas de camiones. Las fachadas Norte y Sur estarán ocupadas por viales perimetrales con aparcamientos de vehículos ligeros.

La actividad prevista en las naves es el almacenamiento manual en estanterías, siendo la altura de la nave 15 m y la altura de almacenamiento considerada de 11 m.

La distribución presentada se presenta en la siguiente imagen:



**Figura 1.** Esquema general en planta del establecimiento industrial.  
(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 2.** Sección del establecimiento industrial.  
(Fuente: Elaboración propia)

Adicionalmente, el establecimiento cuenta con los siguientes elementos:

- Control de accesos. Se trata de un edificio de una sola planta, de sección rectangular y alrededor de 12 m<sup>2</sup> de superficie
- Sala de PCI. Junto al control de accesos se ejecutará una sala donde se alojará el grupo de presión de la instalación de protección contra incendios de la planta. Se trata también de un edificio de una sola planta y un área aproximada de 63 m<sup>2</sup>.
- Superficie para depósito PCI. Superficie con capacidad de dos depósitos de aproximadamente 10 m de diámetro y 9 m de altura con un volumen de agua total de 703 m<sup>3</sup>.

## 3.2 Caracterización del establecimiento industrial

En referencia al apartado 2 del Anexo I del RSCIEI “*Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios*”, se establece una caracterización de los establecimientos industriales en base a su configuración y la ubicación del mismo en relación con el entorno. En base a esta clasificación, posteriormente se definirán los requisitos de protección contra incendios, variando notablemente en función del tipo de establecimiento.

### 3.2.1 Configuración y ubicación

El proyecto queda claramente identificado en la configuración “TIPO C”, puesto que el establecimiento ocupa un edificio en su totalidad y no tiene establecimientos próximos a menos de 3 metros. Además, esta distancia estará libre de mercancías combustibles y elementos intermedios<sup>2</sup>, lo que definiría el primer requisito impuesto por la normativa y que sería de obligado cumplimiento.

### 3.2.2 Nivel de riesgo intrínseco

El RSCIEI clasifica a los establecimientos industriales en función de su nivel de riesgo intrínseco, debiéndose calcular el mismo para cada “sector de incendio” o espacio del edificio separado por los elementos resistentes al fuego correspondientes.

El nivel de riesgo intrínseco viene dado por la densidad de carga de fuego, es decir, la cantidad de energía que tiene un material en caso de combustión en un incendio. A pesar de que existe una fórmula específica para calcular el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento, en función de la densidad de carga de fuego de cada sector de incendios (y su correspondiente ponderación y corrección). Para el presente proyecto el nivel de riesgo intrínseco es un dato de partida para las naves de la plataforma logística, siendo el nivel de riesgo intrínseco MEDIO o 5. Este valor sería el equivalente al siguiente rango de valores para la fórmula definida y detallada en el apartado 3.2 del Anexo I del RSCIEI:

<sup>2</sup> El apartado 2.1 del Anexo I del RSCIEI dice: “(...) Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.”

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	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

**Figura 3.** Densidad de carga en función del NRI  
(Fuente: Tabla 1.3 del Anexo 1 del RSCIEI)

### 3.3 Requisitos constructivos del establecimiento industrial

En este capítulo se tratará de dar respuesta al Anexo II del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, que hace referencia a la Protección Pasiva Contra Incendios. Dicha protección, tiene por objetivo evitar la aparición de un incendio, así como impedir y retrasar la propagación del mismo, facilitando tanto su extinción como la evacuación del establecimiento.

#### 3.3.1 Sectorización del establecimiento industrial

Según el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales: *“Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C, o constituirá un área de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo D o tipo E, según el anexo I.”*

Por tanto, atendiendo a la superficie máxima admisible de cada sector de incendio, que define el reglamento en la tabla 2.1 del Anexo II (**Figura 4**), para el establecimiento objeto del proyecto se tendrá una superficie máxima limitada a 3500m<sup>2</sup>:

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

**Figura 4.** Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio  
(Fuente: Tabla 2.1 del Anexo II del RSCIEI)

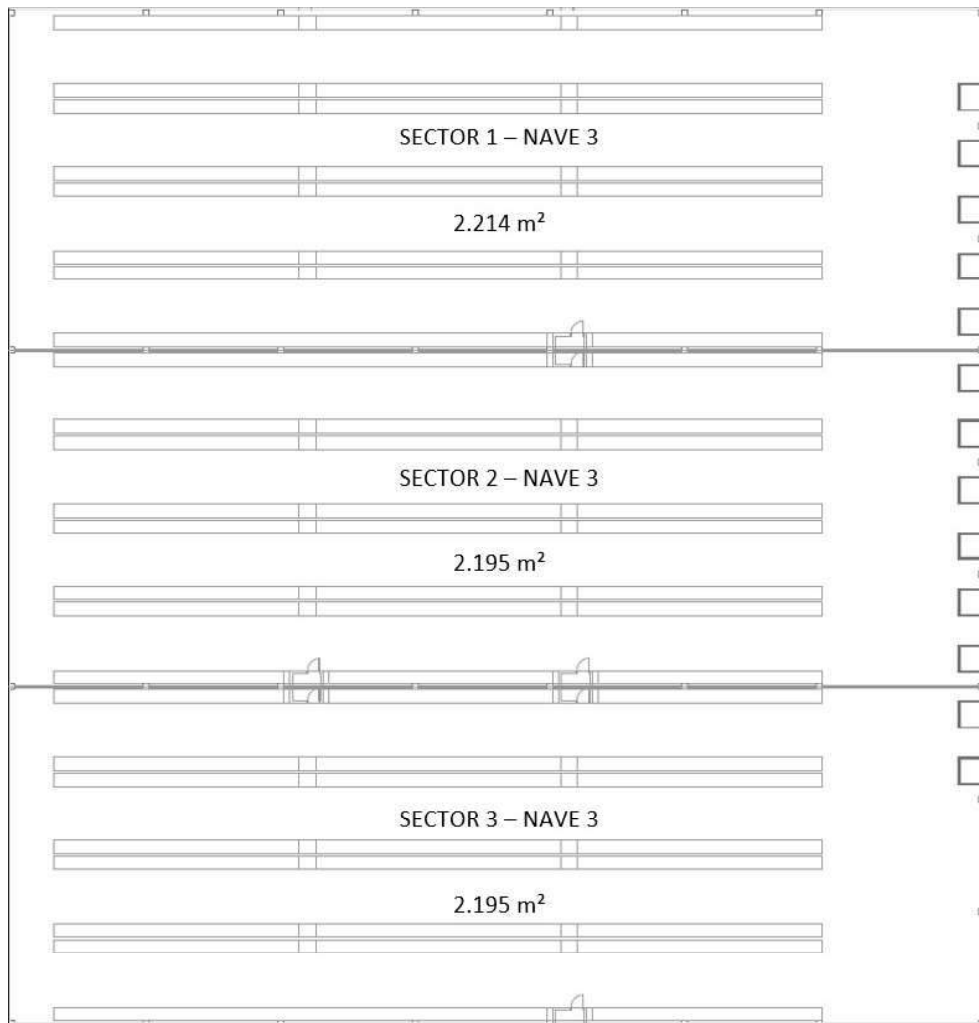
En este caso, existen dos notas adicionales que podrían modificar la superficie máxima de cada sector, las notas (3) y (4). En referencia a la nota (3) no aplicaría, porque hace alusión al caso de un establecimiento con un sistema de rociadores automáticos instalados que no sean exigibles por normativa y la normativa si lo exige para el presente proyecto.

Por otro lado, la nota (4) dice: “*En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.*”. Esta nota no se tendrá en cuenta en el presente proyecto con el objetivo de evitar tener sectores de incendios tan amplios para un uso logístico. En caso de producirse un incendio y no tener una sectorización adecuada, el fuego podría extenderse más fácilmente y provocar un daño mayor.

Debido a que la nave de menor área está compuesta por 4.399 m<sup>2</sup>, todas las naves del presente proyecto deberán contar con una sectorización adecuada. Para elegir la sectorización, se ha optado por emplear los pilares que se recogen en el plano del proyecto inicial como división natural de los sectores, lo que reduciría considerablemente los costes a nivel constructivo y no se tendrían elementos que dificultasen el movimiento a la hora de desarrollar alguna actividad. Las divisiones entre cada uno de los sectores, se realizará mediante paneles de hormigón prefabricados de resistencia frente al fuego EI-90.

La solución propuesta sería la que aparece en el Plano N°2 ‘PCI-Sectorización’. A modo de ejemplo tendríamos la nave 3:





**Figura 5.** Sectorización elegida para la nave 3  
(Fuente: Elaboración propia)

En la siguiente tabla se resumen los sectores de incendio considerados:

Sector de incendio	Descripción	Uso	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	NRI
Sector 1 – 1	Sector 1 de la Nave 1	Almacenamiento en estanterías	2.200 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 1 – 2	Sector 2 de la Nave 1	Almacenamiento en estanterías	2.200 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 1 – 3	Sector 3 de la Nave 1	Almacenamiento en estanterías	2.351 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 1 – 4	Sector 4 de la Nave 1	Almacenamiento en estanterías	2.398 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 2 – 1	Sector 1 de la Nave 2	Almacenamiento en estanterías	2.236 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 2 – 2	Sector 2 de la Nave 2	Almacenamiento en estanterías	2.200 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 2 – 3	Sector 3 de la Nave 2	Almacenamiento en estanterías	2.200 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 3 – 1	Sector 1 de la Nave 3	Almacenamiento en estanterías	2.214 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 3 – 2	Sector 2 de la Nave 3	Almacenamiento en estanterías	2.195 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 3 – 3	Sector 3 de la Nave 3	Almacenamiento en estanterías	2.195 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 4 – 1	Sector 1 de la Nave 4	Almacenamiento en estanterías	2.200 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5
Sector 4 – 2	Sector 2 de la Nave 4	Almacenamiento en estanterías	2.226 m <sup>2</sup>	MEDIO - 5

**Tabla 1.** Sectorización aplicada al proyecto  
(Fuente: Elaboración propia)

### 3.3.2 Materiales

Los materiales empleados en la construcción del proyecto estarán caracterizados por su comportamiento frente al fuego, esto es, la reacción y resistencia al fuego. Ambos conceptos son importantes para garantizar la estabilidad estructural y evitar el colapso del edificio si se produce un incendio.

De esta forma, la clasificación empleada según su comportamiento frente al fuego es:

Inflamabilidad	Según opacidad del humo	Según caída de gotas o partículas
A1 – No combustible	s1 – Baja producción de humos	d0 – No hay emisión
A2 – No combustible (contienen un reducido porcentaje de componentes orgánicos)	s2 – Producción media de humos	d1 – Emisión de gotas o partículas no inflamadas
B – Combustible (contribución muy limitada)	s3 – Alta producción de humos	d2 – Emisión de gotas o partículas inflamadas
C – Combustible (contribución limitada)		
D – Combustible (contribución media)		
E – Combustible (contribución alta)		
F – Sin clasificar		

**Tabla 2.** Clasificación de los materiales según su comportamiento frente al fuego  
(Fuente: Tabla realizada a partir de la norma UNE-EN 13501-1:2019)

### 3.3.2.1 Productos de revestimientos

Los materiales empleados para los revestimientos y el acabado superficial son presentados en la siguiente tabla:

Uso industrial	Material empleado	Comportamiento frente al fuego	
		Proyecto	RSCIEI
Revestimiento interior de paredes	Panel prefabricado de hormigón	A1	C-s3 d0 (M2), o más favorable
Cubierta	Cubierta tipo DECK con aislamiento interior de PIR de 60mm	B-s2, d0	C-s3 d0 (M2), o más favorable
Suelos zona de almacenes	Solera de hormigón con fibras sin juntas de retracción	BFL-s1	CFL-s1 (M2) o más favorable
Revestimiento exterior de fachadas	Panel prefabricado de hormigón	A1	C-s3 d0 (M2) o más favorables
Divisiones interiores entre naves	Panel prefabricado de hormigón	A1	C-s3 d0 (M2) o más favorables

**Tabla 3.** Materiales empleados en la construcción y su comportamiento frente al fuego  
(Fuente: Tabla realizada a partir del punto 3 del anexo II del RSCIEI)

Las divisiones entre cada una de las naves, se realizará mediante paneles de hormigón prefabricados de resistencia frente al fuego EI-240, y las divisiones interiores en cada una de las naves (sectores) se realizará mediante el uso de paneles prefabricados de hormigón con resistencia frente al fuego de al menos EI-90.

El pavimento interior de la nave se ha diseñado de hormigón con fibras sin juntas de retracción, con un acabado pulido.

La cubierta elegida es tipo DECK y está formada por:

- Chapa grecada de espesor 0.7 mm prelacada color blanco en cara inferior, con fijaciones a las correas de hormigón
- Aislamiento térmico tipo PIR de espesor 60 mm
- Membrana impermeabilizante, compuesta por lámina de poliolefina termoplástica, de 1.14 mm de espesor, con armadura de poliéster, fijada mecánicamente al soporte.

### 3.3.3 Estabilidad al fuego de elementos estructurales

Las exigencias de comportamiento ante el fuego o, en otras palabras, la estabilidad ante el fuego de un elemento constructivo portante debe ser garantizar la estabilidad mecánica durante un tiempo mínimo fijado por normativa. Esto permite asegurar la evacuación del edificio y el acceso al personal de emergencias en caso de incendio.

La estabilidad frente al fuego de los elementos estructurales con función portante se determina en función del nivel de riesgo del sector de incendios y de la tipología del establecimiento industrial. En el presente proyecto, para un establecimiento Tipo C y un nivel de riesgo intrínseco MEDIO 5, los valores mínimos que se exigen según el capítulo 4 del Anexo II del RSCIEI están recogidos en la siguiente tabla:

Nivel de riesgo intrínseco	Tipo de edificio	Elemento	Estabilidad al fuego
Medio	Tipo C - Planta sobre rasante	Elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación	R 60
		Estructura principal de cubiertas ligeras y sus soportes en plantas sobre rasante, no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes	R 15

**Tabla 4.** Estabilidad al fuego exigida según el RSCIEI  
(Fuente: capítulo 4 del Anexo II del RSCIEI)

Como el presente proyecto no cumple los requisitos de cubierta ligera (peso propio no excede de 100 kg/m<sup>2</sup>), la resistencia frente al fuego exigida será R-60. La estructura, se trata de una estructura prefabricada de hormigón, la resistencia frente al fuego de la estructura de hormigón se justifica por los certificados de los prefabricadores.

### 3.3.4 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

La resistencia frente al fuego de los elementos constructivos que delimitan sectores de incendios no será inferior a la estabilidad al fuego exigida a los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

En el presente proyecto, los elementos que delimitan sectores de incendio, en el interior de cada una de las naves, se le exigirá una resistencia frente al fuego EI-90. Se dispondrá de puertas cortafuego correderas en los accesos para carretillas desde la nave a almacenes de resistencia frente al fuego EI-90, al tener la consideración de tabiques móviles. El modelo elegido es una puerta corredera industrial metálica, con homologación EI-120 y diseñada bajo los requisitos de la norma UNE-EN 1634-1 de resistencia al fuego. Las características técnicas de dicha puerta son:

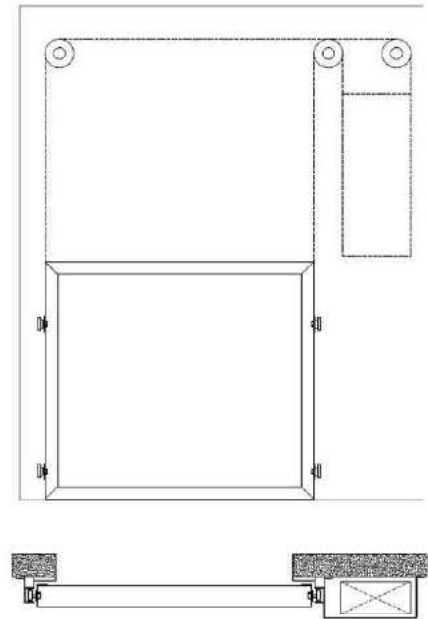
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURA	
Emplazamiento	Huecos exteriores e interiores
Fuerza de desbloqueo de apertura por tirador	Fap<70N EN UNE_EN 179
Fuerza de desbloqueo de apertura por pulsador	Fap<150N EN UNE_EN 179
Modelos disponibles	Manual / Automática

CARACTERÍSTICAS PANEL AISLANTE	
Material exterior	Acero galvanizado lacado
Material interior	Lana de roca
Espesor	100 mm
Coefficiente transmisión térmica [W/m²C]	0.38

- Acabado en lana de roca de alta densidad y recercada con U perimetral en chapa galvanizada.
- Sistema de rodamiento lateral provisto de paracaldas.
- Cinta de sellado intumescente antihumos laterales y superiores.
- Sistema de activación mediante electroimán.
- Regulador de velocidad para evitar la velocidad excesiva.
- Posibilidad de incluir mecanismo electrónico para el cierre automático.



**Figura 6.** Información técnica de la puerta corredera industrial guillotina  
(Fuente: Catálogo de puertas cortafuego EI MANUSA [1])

Se ha previsto disponer entre los sectores de incendios de cada una de las naves, salidas de emergencia, dichas salidas de emergencia se realizarán a través de vestíbulos de independencia en el caso de colindar con otro sector de incendio. Los cerramientos de estos vestíbulos de independencia tendrán una resistencia frente al fuego EI-120 y las puertas de emergencia cumplirán con unas características de resistencia frente al fuego EI<sub>2</sub> 30-C5.

La pared que delimita el sector de las oficinas, del sector de almacenamiento se le exigirá una resistencia frente al fuego EI-90. Desde cada una de las oficinas de las naves, se dispone de un acceso a la nave de almacenamiento, este acceso se realiza también a través de vestíbulos de independencia, cuyos cerramientos tendrán una resistencia frente al fuego EI-120 y cuyas cumplirán con características de resistencia frente al fuego EI<sub>2</sub> 30-C5.

En los encuentros con la cubierta de los elementos que delimitan los diferentes sectores de incendio se ha previsto disponer de una viga con un ancho de 1 m, de forma que se disponga de una franja de al menos un metro que evite la propagación exterior por cubierta entre los diferentes sectores de incendio.

Los sectores de incendio considerados, así como las características de resistencia frente al fuego exigidas a los elementos que delimitan sectores de incendio se representan en el Plano N°2 ‘PCI-Sectorización’.

La resistencia frente al fuego de los elementos de medianería entre las diferentes naves será al menos EI-180. Pero, por requerimientos de la propiedad, se ha previsto que los elementos que delimitan las diferentes naves cumplan con una resistencia frente al fuego EI-240. Además, en los encuentros de los elementos que delimitan las diferentes naves se ha previsto disponer de una viga doble viga con canto total de 1'20 m, de forma que se disponga de una franja de al menos un metro que evite la propagación exterior por cubierta entre los diferentes establecimientos.

### 3.3.5 Evacuación del establecimiento industrial

La ocupación P que establece el de los sectores de incendio representa el número de personas que ocupa el sector de incendios, se ha considerado que en cada uno de los sectores de incendio la ocupación será como máximo de 100 personas. Siendo P = 110.

Se dispondrán en cada uno de los sectores de incendios de más de una salida de planta, de forma que en todos los casos la longitud máxima de los recorridos de evacuación sea inferior a 50 m. De esta forma, se cumplirán las distancias establecidas en el RSCIEI:

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

**Figura 7.** Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas  
(Fuente: Apartado 6 del Anexo II del RSCIEI)

Las puertas, tendrán una dimensión mínima de hueco de paso de 89 cm, por lo que cumplen con los requerimientos que impone la fórmula  $P/200$ , siendo P el número total de personas cuyo paso está previsto para el ancho que se dimensiona.

### 3.3.5.1 Señalización e iluminación

La señalización empleada para los medios de evacuación será acorde a lo establecido en el RSCIEI, el RIPCI y en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril.

Esto queda recogido en el Plano N°4 ‘PCI-Señalización-Recorridos de evacuación’.

### 3.3.6 Ventilación y eliminación de humos

La eliminación de humos y gases calientes de la combustión (generados durante un incendio), suponen un factor de riesgo considerable para los espacios ocupados en los sectores de incendio establecidos. Esto es debido a que favorecen la propagación del incendio, afectando a las estructuras debido a las altas temperaturas, y provocan la invasión de las vías de evacuación y las salidas de emergencia, aumentando el riesgo de atrapamiento para el personal que ocupe el establecimiento.

Por consiguiente, el proyecto dispondrá de sistemas de evacuación de humos al cumplir los requisitos marcados por el RSCIEI:

b) Los sectores con actividades de almacenamiento:

1.º De riesgo intrínseco medio y superficie construida  $\geq 1000 \text{ m}^2$ .

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

**Figura 8.** Requisitos normativos para la instalación de sistemas de evacuación de humos.  
(Fuente: apartado 7.1 del Anexo II del RSCIEI)

De forma general, la ventilación deberá de ser natural siempre que la ubicación del sector lo permita. En caso contrario, deberá de ser forzada. Además, se tendrán que repartir de forma uniforme en la parte alta del sector, pudiendo ocupar zonas altas de la fachada o la cubierta.

### 3.3.7 Almacenamiento

La normativa recoge un apartado propio para la clasificación del almacenamiento, el apartado 8 del Anexo II del RSCIEI. Según dicho apartado, el proyecto estaría recogido dentro de la categoría de “sistema de almacenaje independiente”, esto es debido a que la utilización de las estanterías es únicamente soportar la mercancía (no se trata de un almacén automático) y son elementos desmontables e independientes de la estructura cubierta, pudiendo adaptarse a distintas configuraciones del almacén.

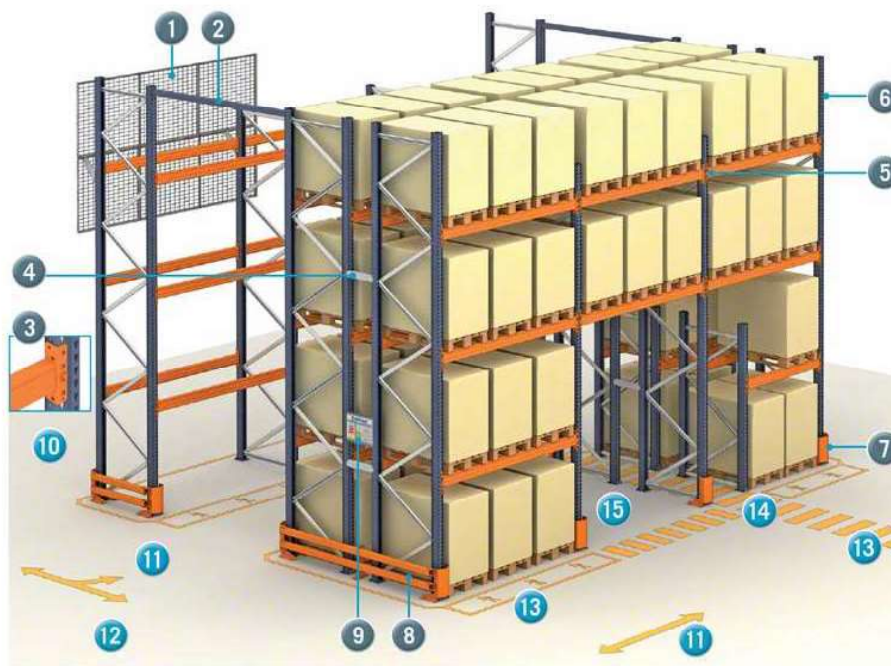
### 3.3.7.1 Requisitos en materia de almacenamiento

La normativa establece unos requisitos mínimos para el almacenamiento en estanterías metálicas que estén operadas manualmente:

- Respetar las holguras establecidas por el sistema de rociadores automáticos.
- Los pasos longitudinales y los correspondientes recorridos de evacuación contarán con una anchura libre mayor que 1 m.
- Los pasos transversales (nombrado como “túnel peatonal” en la figura 9) entre estanterías se distanciarán entre sí 10 m como máximo. Esta longitud podrá duplicarse si la ocupación de la zona de almacén es menor a 25 personas (aplica en el presente proyecto).

En el caso de presentar estanterías metálicas operadas de forma automática se añadirán unos requisitos adicionales:

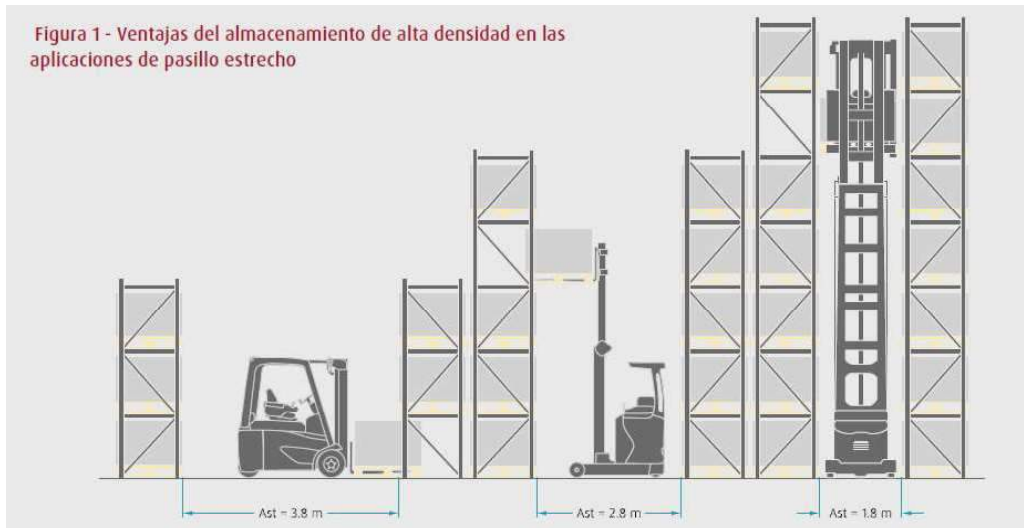
- Las estanterías deberán estar ancladas sólidamente.
- Se debe disponer de toma de tierra.
- Superficie libre de almacenamiento de al menos 1 m.



- |   |  |
|---|--|
| 1. Malla anticaída                      | 9. Placa de características de la estantería |
| 2. Viga transversal superior            | 10. Zona de trabajo                          |
| 3. Gatillo de seguridad                 | 11. Pasillo de trabajo                       |
| 4. Distanciador                         | 12. Pasillo de clasificación y expedición    |
| 5. Prolongación bastidor 100 mm. (mín.) | 13. Pasillo peatonal                         |
| 6. Protector lateral 500 mm. (mín.)     | 14. Cruce peatonal                           |
| 7. Protección puntal                    | 15. Túnel peatonal                           |
| 8. Protección lateral doble             |  |

**Figura 9.** Ejemplo de los elementos que componen el almacenamiento en estanterías (Fuente: web del fabricante Mecalux – www.mecalux.es)

Otro de los parámetros que se ha definido en el proyecto es el número de estanterías y la anchura en los pasillos de las naves del establecimiento. De esta forma, se ha tomado una anchura de 4,40 m en los pasillos más estrechos, y de 5,13 m para los pasillos más amplios. Se ha optado por esta solución para dar versatilidad al establecimiento y no limitar el tipo de maquinaria a operar, debido a que incluir una línea más de estanterías dejaría pasillos inferiores a los 3,8 m mínimo que necesitaría una carretilla convencional (ver **Figura 10**).



**Figura 10.** Ejemplo de la variación del ancho de pasillo en función del tipo de carretilla  
(Fuente: Catálogo “Soluciones para almacenes de pasillos estrechos” del fabricante Linde [2])



# 4 REQUISITOS DE INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

El presente capítulo está destinado a definir la Protección Activa Contra Incendios necesaria en el proyecto según la normativa aplicable. Esta protección tiene por objetivo la detección temprana, el control la extinción del incendio en caso de producirse. Además, son elementos que actúan directamente contra el fuego y cuyo objetivo secundario es facilitar la evacuación.

La normativa aplicable queda recogida en el Anexo III del RSCIEI, titulado “*Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales*”. Adicionalmente, para seleccionar adecuadamente los sistemas a instalar en el proyecto hay que tener en cuenta el apartado 1 del Anexo III: “*Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998(...)*”. Este Real Decreto fue derogado y sustituido por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

## 4.1 Sistemas automáticos de detección de incendio

Los sistemas automáticos de detección de incendios tienen un papel destacado en la protección contra incendios. Permiten detectar de forma temprana el incendio en su fase inicial y son capaces de emitir señales de alarma que ayudan a localizar adecuadamente el origen. Estos elementos actúan de manera fiable, actúan dando la alarma y activando las diferentes funciones de control programadas.

Según el RSCIEI, la instalación de sistemas automáticos de detección sería obligatoria en el proyecto por ser un edificio del tipo C, con riesgo intrínseco medio y una superficie total construida por encima de los 1500 m<sup>2</sup>:

b) Actividades de almacenamiento si:

1.º Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m<sup>2</sup> o superior.

2.º Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m<sup>2</sup> o superior.

3.º 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.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m<sup>2</sup> o superior.

5.º 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.

**Figura 11.** Requisitos normativos para la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios  
(Fuente: apartado 3.1 del Anexo III del RSCIEI)

## 4.2 Sistemas manuales de alarma de incendio

Los sistemas manuales de alarma están constituidos por el conjunto de pulsadores diseñados para activar la alarma de incendios y transmitir voluntariamente el aviso por los ocupantes de la zona. La señal es enviada a la central de control donde, a través de la señalización, es posible localizar fácilmente el sector de incendio donde ha sido activado.

El proyecto al tener una superficie total construida claramente superior a 800 m<sup>2</sup>, que es el requisito marcado por la normativa (**Figura 12**), tendrá que disponer de sistemas manuales de alarma.

- b) Actividades de almacenamiento, si:
- 1º Su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior, o
  - 2º No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

**Figura 12.** Requisitos de instalación de sistemas manuales de alarma de incendio  
(Fuente: apartado 4 del Anexo III del RSCIEI)

## 4.3 Sistemas de comunicación de alarma

El sistema de comunicación de alarmas es el encargado de emitir señales acústicas y visuales en los distintos sectores del edificio con el objetivo de llegar a todos los ocupantes. Se puede integrar junto con los sistemas automáticos de detección.

Solo la superficie ocupada por las naves del proyecto es superior a 20.000 m<sup>2</sup>, que está muy por encima del límite que impone la normativa a partir del cual es obligatorio instalar el sistema de comunicación:

- 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.

**Figura 13.** Requisitos de instalación de sistemas de comunicación de alarma  
(Fuente: apartado 5.1 del Anexo III del RSCIEI)

Además, según recoge el apartado 5.2 del anexo, la señal transmitida tiene que permitir diferencia si se trata de una “emergencia parcial” o una “emergencia general”, con preferencia al empleo del sistema de megafonía.

## 4.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

La norma UNE 23500: 2021 define un sistema de abastecimiento de agua como “conjunto de fuentes de agua, equipos de impulsión y red general de incendios destinado a asegurar, para uno o varios sistemas específicos de protección, el caudal y presión de agua necesarios durante el tiempo de autonomía requerido”. Como es necesario la instalación de BIEs, red de hidrantes exteriores y rociadores automáticos, se tiene que instalar un sistema de abastecimiento de agua para dar servicio a estos sistemas, definido según la norma UNE 23500 como Categoría I:

Según la Norma UNE-EN 12845							Categoría
Rociadores (RL)	Rociadores (RO)	Rociadores (RE)	BIE	Hidrantes	Espuma física	Agua pulverizada	
			x				III
x							III
				x			II
x			x				II
	x		x				II
x				x			II
			x	x			II
	x		x	x			II
x			x	x			II
		x					I
					x		I
						x	I
		x	x				I
		x	x	x			I
Resto de combinaciones de los sistemas instalados.							I

**Figura 14.** Categorización de abastecimientos según sistemas instalados  
(Fuente: Tabla 3 de la norma UNE 23500)

Una vez definida la categoría del abastecimiento, el siguiente paso es elegir la clase de abastecimiento y la combinación de fuentes de agua y/o equipos de impulsión:

Categoría posible			Combinaciones de fuentes de agua y sistemas de impulsión	Fi-gura	Clase de abastecimiento
I	II	III			
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de gravedad tipo A	19	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Depósito de presión	20	DOBLE
x	x	x	Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable	21	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A + Depósito de gravedad tipo A, B o C independiente al anterior	22	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A, B o C + Depósito de presión	23	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A, B o C + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A, o de fuente inagotable	24	DOBLE
x	x	x	Depósito de gravedad tipo A + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo B o C	25	DOBLE
x	x	x	Depósito de presión + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable	26	DOBLE
x	x	x	Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable + Depósito atmosférico adicional tipo A, B o C.	27	DOBLE

**Figura 15.** Clase de abastecimiento y combinaciones posibles para la Categoría I  
(Fuente: Extracto de la tabla 4B de la norma UNE 23500)

Además, al coexistir dichos sistemas hay que considerar la simultaneidad de operación mínimo que establece el apartado 6 del Anexo III del RSCIEI “Suma de caudales del 50 por ciento requerido para hidrantes (0,5 QH) según tabla del apartado 7.2<sup>3</sup>, y el requerido para rociadores automáticos (QRA). Suma del 50 por ciento de la reserva de agua necesaria para hidrantes (0,5 RH) y la necesaria para rociadores automáticos (RRA)”.

<sup>3</sup> Apartado 7.3 (errata en la normativa). Las necesidades de agua marcadas por el apartado 7.3 de la norma para los hidrantes son de 1500 L/min y una autonomía de 60 min (Figura XY).

Dicha normativa aporta un cuadro resumen para el cálculo:

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) $Q_B+Q_H/R_B+R_H$	$Q_{RA}/R_{RA}$		
[2] HIDRANTES	(a) $Q_H/R_H$ (b) $Q_B+Q_H/R_B+R_H$	$Q_H/R_H$	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	$Q_{RA}/R_{RA}$	Q mayor R mayor (una instal.)	$Q_{RA}/R_{RA}$	Q mayor R mayor (una instal.)	Q mayor R mayor (una instal.)
[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)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	$Q_E/R_E$

Figura 16. Cuadro resumen para el cálculo considerando la simultaneidad (Fuente: apartado 6.1 del Anexo III del RSCIEI)

### 4.5 Sistemas de hidrantes exteriores

El Sistema de hidrantes, denominado en muchas ocasiones boca de incendio, es el punto fijo que permite acceder a la red de agua encargada de suministrar el caudal y presión adecuadas al cuerpo de bomberos y personal debidamente formado en caso de necesidad.

En este caso, la normativa no impone la obligatoriedad de su uso debido a la sectorización. Todos los sectores de incendios están por debajo de los 3500 m<sup>2</sup>:

TABLA 3.1  
HIDRANTES EXTERIORES EN FUNCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA ZONA, SU SUPERFICIE CONSTRUIDA Y SU NIVEL DE RIESGO INTRINSECO

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 SI*	SI SI	-- --
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SI	NO SI SI	SI SI SI
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SI	SI SI
D o E	≥5000 ≥15000	-- SI	SI SI	SI SI

Figura 17. Requisitos de instalación de hidrantes exteriores (apartado 7.1 del Anexo III del RSCIEI)

A pesar de la no obligatoriedad, a nivel normativo, de instalar un sistema de hidrantes exteriores, se ha decidido dotar al proyecto de dicho sistema. Por tanto, se tendrán que seguir las condiciones marcadas en el apartado 7.2, llamado “*Implantación*”, para el diseño del sistema de hidrantes. Adicionalmente, los hidrantes contra incendios tendrán un coeficiente de flujo mínimo (Kv) marcado por el RIPCI (presión en bar y caudal en m³/h):

Salidas: nº y DN	Kv mínimo	
	Hidrante de columna	Hidrante bajo tierra
1 de 45	33	33
2 de 45	66	66
1 de 70	80	80
2 de 70	150	150
1 de 90/100	180	150

**Figura 18.** Coeficiente de flujo mínimo según la instalación  
(Fuente: Apartado 3 de la Sección 1ª del RIPCI)

El caudal requerido y la autonomía del sistema de hidrantes queda definido según la normativa<sup>4</sup>:

NECESIDADES DE AGUA PARA HIDRANTES EXTERIORES

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
	CAUDAL (L/MIN)	AUTON (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON (MIN)
TIPO						
A	500	30	1000	60		
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

**Figura 19.** Tabla de necesidades de agua para hidrantes exteriores (apartado 7.3 del Anexo III del RSCIEI)

### 4.6 Extintores de incendio

En el diseño de la protección contra incendios en cualquier tipo de establecimiento, merece especial atención la elección de los extintores adecuados al ser el primer elemento que se usa para evitar la propagación de un incendio. Según la normativa (apartado 8.1) “*se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales*”, entendiéndose por extintor portátil aquellos con un peso igual o inferior a 20 kg.

El tipo de extintor a utilizar dependerá exclusivamente de la clase de fuego que se pueda originar en el sector de incendios objeto de estudio, y tendrá que ser seleccionado en función a lo marcado por la norma UNE-EN 2.

La dotación necesaria de extintores se toma de acuerdo con la tabla 3.1 del Anexo III del RSCIEI:

<sup>4</sup> La normativa establece una nota que indica que la presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de cinco bar cuando se estén descargando los caudales indicados.

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 INTRINSECO 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)

Figura 20. Determinación de la dotación de extintores (Fuente: Tabla 3.1 del apartado 8.2 del Anexo III del RSCIEI)

### 4.7 Sistemas de bocas de incendio equipadas

Las Bocas de Incendio Equipadas (BIEs) son equipos completos de material contra incendios fijos con todos los elementos necesarios para poder usarse en cualquier momento. Estos elementos permiten transportar y proyectar agua desde un punto anclado a la pared, por tanto, están conectados a la red de abastecimiento de agua. Incluyen elementos de soporte, manguera, medición de presión y todo lo necesario para garantizar la presión y caudal necesarios. Se nombran por los diámetros nominales de las mangueras, fabricándose en dos formatos según el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI). Esto formatos son BIE 25 mm o BIE 45 mm con manguera plana o con manguera semirrígida.

Al tratarse de un establecimiento industrial del tipo C con nivel de riesgo intrínseco medio y una superficie total construida superior a 1000 m<sup>2</sup> (apartado 9.1) será necesario la instalación de un sistema de BIEs. El tipo de BIE queda definido según normativa por el apartado 9.2:

NIVEL DE RIESGO INTRINSECO 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 t<sup>o</sup>ma adicional del 45mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

Figura 21. Tipo de BIE y necesidades de agua (Fuente: apartado 9.2 del Anexo III del RSCIEI)

Adicionalmente, la normativa indica que “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 45 mm.

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

## 4.8 Sistemas de columna seca

Un sistema de columna seca es una instalación para establecimientos de una altura considerable y de uso exclusivo del equipo de bomberos. El objetivo de dicho sistema es transportar el agua (por todos los sectores y áreas del establecimiento) desde el camión de bomberos.

Al tratarse de un establecimiento con un riesgo intrínseco medio y una altura de evacuación menor a 15 m no es necesaria la instalación de un sistema de columna seca (requisito definido en el apartado 10 del Anexo III del RSCIEI).

## 4.9 Sistemas de rociadores automáticos de agua

Los rociadores (conocidos como *Sprinklers*) son elementos que descargan el agua en caso de incendio. Están compuestos por un orificio que permite la salida del agua, un mecanismo de disparo y el deflector, que es el elemento encargado de dispersar la salida de agua. Actúan por temperatura, detectando el fuego a través de un elemento termosensible. Este elemento puede estar formado por un bulbo (líquido dentro de un pequeño cuerpo de vidrio) o un fusible de disparo (placas metálicas unidas por una soldadura con un punto de fusión calibrado).

Para el presente proyecto sería de obligado cumplimiento el uso de un sistema de rociadores automáticos, debido a que todos los sectores de incendios del establecimiento cumplen los requisitos recogidos en RSCIEI. Estos requisitos se encuentran recogidos en el apartado 11 del Anexo III:

b) Actividades de almacenamiento si:

1.º 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.º 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.º Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m<sup>2</sup> o superior.

4.º 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.º 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.

**Figura 22.** Requisitos para la instalación de sistemas de rociadores  
(Fuente: apartado 11 del Anexo III del RSCIEI)

Para elegir el correcto sistema de rociadores, se tiene que recurrir al Anexo IV del RSCIEI, que define la relación de normas UNE de obligado cumplimiento para los diferentes sistemas de protección contra incendios. El razonamiento correspondiente a la selección del tipo de rociador empleado se encuentra en el apartado 5.5 del presente proyecto.

## 4.10 Sistemas de agua pulverizada

Los sistemas de agua pulverizada se basan en un sistema de tuberías que descargan agua a alta presión. Estos sistemas no son necesarios de instalar según la normativa (apartado 12 del Anexo III del RSCIEI), debido a que no es necesario refrigerar ninguna parte de la estructura para asegurar su estabilidad (apartado 3.3.3 del presente proyecto). Tampoco queda establecido su instalación según el artículo 1 del RSCIEI.

## 4.11 Sistemas de espuma física

Emplear un sistema de espuma física no es necesario en el presente proyecto debido a que no existen áreas en las que se manipulen líquidos inflamables (apartado 13 del Anexo III del RSCIEI).

## 4.12 Sistemas de extinción por polvo

El apartado 14 del Anexo III del RSCIEI define que “*Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento)*”. Por tanto, no se requerirá de un sistema de extinción por polvo.

## 4.13 Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

El apartado 15 del Anexo III del RSCIEI refleja que será necesario instalar este tipo de sistemas cuando:

- “*Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento)*”. No aplica para el presente proyecto.
- “*Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos*”. No aplica en el presente proyecto al no contemplar la ubicación de dichos equipos en ninguno de los sectores de incendio.

## 4.14 Sistemas de alumbrado de emergencia

Según el apartado 16 del Anexo III del RSCIEI será necesario disponer de una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación al tener una ocupación mayor a 25 personas (en cualquier planta sobre rasante este número se reduciría a 10 personas).

Adicionalmente, será necesario disponer de un sistema de alumbrado de emergencia al ser un local donde están instalados los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios. La instalación del sistema de alumbrado de emergencia tiene que cumplir con las condiciones definidas en la norma:

- a) Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- b) Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- c) Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- d) La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 de este anexo.
- e) La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- f) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

**Figura 23.** Condiciones de instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia  
(Fuente: Apartado 16.3 del Anexo III del RSCIEI)

Se deberá tener en cuenta el Anexo IV del R.D. 485/1997 en cuanto a los requisitos y características que deben cumplir las señales luminosas.



## **4.15 Señalización**

Se deberán señalar todas las salidas de uso habitual o de emergencia y la ubicación de los medios de protección contra incendios de utilización manual, aunque estos sean fácilmente localizables.

### **4.15.1 Señalización de las salidas**

Según la normativa, las salidas del edificio, planta o sectores deben de estar señalizadas, disponiendo de señales indicativas de la dirección de los recorridos de evacuación hacia un punto donde la salida sea visible. Se dispondrá de estas señales enfrente de cualquier puerta de salida de otra sala, instalación o planta que se pueda encontrar ocupada, facilitando la evacuación y evitando posibles errores en el recorrido.

### **4.15.2 Señalización de los medios de protección contra incendios**

Las señales empleadas para poder localizar a cada uno de los equipos vienen definidas por las normas UNE 23033 y UNE 81501.



# 5 DISEÑO DE LAS INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS

En este capítulo se expondrá el razonamiento y la justificación correspondiente a las instalaciones contra incendios seleccionadas, así como su diseño y distribución a lo largo del establecimiento

## 5.1 Selección del Sistema automático de detección y alarma de incendio

Según el RIPCI, para el diseño, instalación, puesta en servicio y uso de los sistemas serán conformes a la norma UNE 23007-14. En dicha norma, el anexo A (Requisitos Específicos) define las limitaciones para el diseño y ubicación de estos sistemas.

El sistema elegido para las distintas naves de almacenamiento es el de detección por aspiración. Dicho sistema funciona analizando muestras de aire a través de una serie de agujeros de muestreo ubicados en una red de tuberías que cubre la zona a proteger. Estos sistemas están compuestos por un detector que se conecta con la red de tuberías e interpreta los valores obtenidos, evitando que se produzcan falsas alarmas y detectando cualquier obstrucción que aparezca.



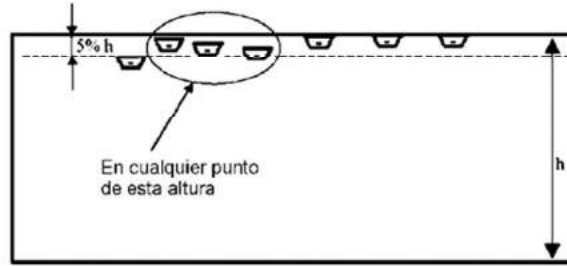
**Figura 24.** Esquema básico de un sistema de detección por aspiración.  
(Fuente: <https://www.extintorespresman.es/deteccion-por-aspiracion/>)

Se ha optado por este sistema debido a que la norma UNE 23007-14 limita el uso de detectores puntuales de humo a 12 m de altura y es un sistema recomendado en almacenes de gran altura.

### 5.1.1 Consideraciones de diseño del sistema automático de detección y alarma de incendio

De acuerdo con el punto A.6 de la norma UNE 23007-14, denominado “Planificación y diseño”, se indican las condiciones que se deben seguir para definir las zonas de detección. Estas condiciones adaptadas al edificio objeto de estudio quedarían resumidas en los siguientes puntos:

- Las zonas de detección no deben superar los 1.600 m<sup>2</sup> de superficie construida.
- En caso de que una zona de detección ocupe más de un sector de incendio, los límites de la zona deberán ser los límites de sectores de incendio y no superar los 400 m<sup>2</sup>.
- Las zonas deben limitarse a una sola planta.
- Los detectores deben ubicarse a menos del 5% superior de la altura de la habitación.



**Figura 25.** Emplazamiento y separación bajo falsos techos.  
(Fuente: Figura A.2.1 de la norma UNE 23007-14)

- La distribución de los detectores de tipo puntual debe de abarcar todo el techo, sin que ningún punto exceda la distancia horizontal  $D_{m\acute{a}x}$  de los detectores definida en la tabla A.1 de la norma:

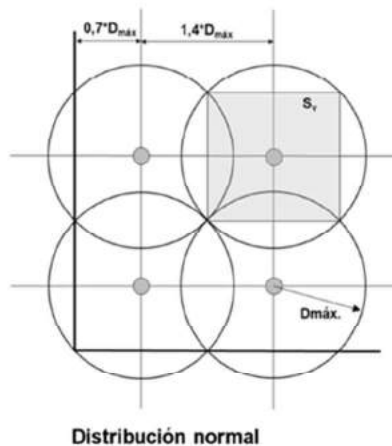
**Tabla A.1 – Distribución de detectores puntuales de humo y calor**

Superficie del local (m <sup>2</sup> )	Tipo de detector	Altura del local (m)	Pendiente ≤ 20°		Pendiente > 20°	
			S <sub>V</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>máx</sub> (m)	S <sub>V</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>máx</sub> (m)
SL ≤ 80	UNE-EN 54-7	≤ 12	80	6,3	80	6,3
SL > 80	UNE-EN 54-7	≤ 6	60	5,5	90	6,7
		6 < h ≤ 12	80	6,3	110	7,4
SL ≤ 30	UNE-EN 54-5, Clase A1	≤ 7,5	30	3,9	30	3,9
	UNE-EN 54-5, Clase A2, B, C, D, E, F, G	≤ 6	30	3,9	30	3,9
SL > 30	UNE-EN 54-5, Clase A1	≤ 7,5	20	3,2	40	4,5
	UNE-EN 54-5, Clase A2, B, C, D, E, F, G	≤ 6	20	3,2	40	4,5

**Figura 26.** Área máxima de vigilancia autorizada para los detectores.  
(Fuente: Tabla A.1 de la norma UNE 23007-14)

Se puede observar que para los detectores de tipo puntual el proyecto quedaría fuera de los límites marcados por la normativa al superar los 12 m de altura del local. Para este caso, la normativa indica que deben seguirse las instrucciones del fabricante sobre separación, considerándose los puntos de muestreo equivalentes a detectores puntuales de humo.

A modo de ejemplo, para la distribución de detectores puntuales la normativa presenta la siguiente matriz:



Leyenda

- S<sub>V</sub> Superficie vigilada, que corresponde a la superficie sombreada
- D<sub>máx</sub> Distancia máxima horizontal desde cualquier punto del techo o cubierta, hasta el detector

**Figura 27.** Ejemplo de matriz de distribución de detectores puntuales.  
(Fuente: Figura A.3 de la norma UNE 23007-14)

- La distancia horizontal entre el detector y la pared no debe superar los 5 m para los detectores de calor y los 7,5 m para los detectores de humo. Además, debe dejarse un espacio libre de 0,5 m en todas las direcciones.
- Los detectores tienen que quedar libres de cualquier obstáculo en un radio de 50 cm a su alrededor y no deben instalarse en corrientes de aires procedente de otras instalaciones (ventilación, aire acondicionado o climatización)
- La separación de los detectores de humo al techo en caso de tener pendiente viene dada por la tabla A.4 de la norma:

Altura del local Rh (m)	Pendiente de la cubierta $\alpha$	
	$\alpha \leq 20^\circ$ ( $N \leq 0,36$ )	$\alpha > 20^\circ$ ( $N > 0,36$ )
	Dv	Dv
$\leq 6$ m	0 m – 0,25 m	0,20 m – 0,5 m
$> 6$ m	0 m – 0,4 m	0,35 m – 1,0 m

donde

$\alpha$  pendiente de la cubierta;

N tangente de  $\alpha$ ;

Dv distancia entre la cubierta/techo y elemento sensible;

Rh altura del local.

**Figura 28.** Separación de los detectores de humo del techo con pendiente.  
(Fuente: Tabla A.4 de la norma UNE 23007-14)

El presente proyecto estaría dentro de la Dv de 0m – 0,4m al tener una pendiente menos de 20° y una altura de local mayor a 6m.

### 5.1.2 Selección y ubicación del sistema automático de detección

Para el diseño y ubicación del sistema de detección se ha seguido las instrucciones proporcionadas por el fabricante para el espaciado de los orificios de detección, debido a que se superan los 12 m de altura máxima que considera la norma UNE 23007-14 para detectores puntuales de humo. Adicionalmente también se han tenido en cuenta otras recomendaciones proporcionadas por diferentes guías de diseño como:

- Código práctico para el diseño, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de sistemas de detección de humo por aspiración (DHA) [3]. Elaborado por el Comité Sectorial de Detección de Incendios de Tecnifuego en colaboración con la Asociación Española de Sociedades de Protección Contra Incendios.
- Guía de diseño: Almacenes. VESDA. Elaborado por Vision Fire & Security [4].
- Especificaciones de diseño VESDA (modelo VESDA-E VEP) [5].

Comenzando por el código práctico para el diseño de Tecnifuego, la primera consideración a tener en cuenta es el tipo de sistema DHA a emplear en función de la altura del establecimiento:

Tabla 3 - Altura de Instalación

Categoría del sistema	Clase del Detector DHA	Altura del techo (m)
C	C	10
C	B	15
C	A	25
B	B	6
B	A	10
A	A	4

**Figura 29.** Categoría del sistema DHA para cubrir situaciones fuera del alcance de la norma UNE 23007-14.  
(Fuente: Tabla 3 del código práctico para el diseño de Tecnifuego)

Al estar por debajo de los 15m, la clase del detector DHA es la B, que según el apartado 5.1 de dicho código hace referencia a ‘Categoría B – Sensibilidad Ampliada’. Esta clase del Detector es más restrictiva que la categoría del sistema requerido (Categoría C – Sensibilidad Estándar), por eso la clase elegida para el detector DHA será B.

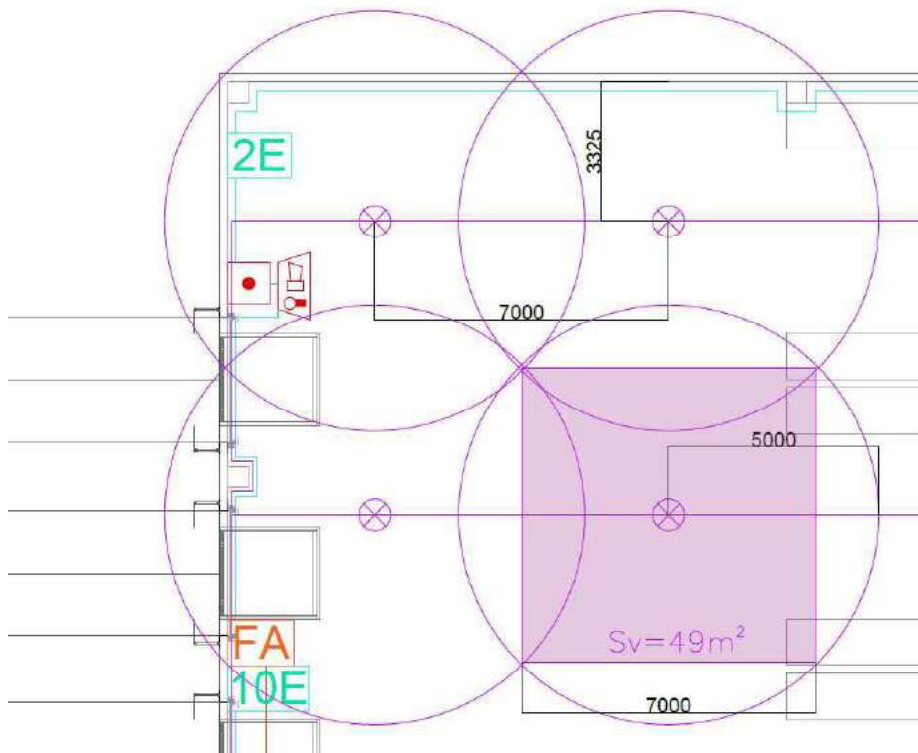
Categoría de instalación	Cobertura máxima de los puntos de muestreo
C	80 m <sup>2</sup>
B	50 m <sup>2</sup>
A	25 m <sup>2</sup>

**Tabla 5.** Cobertura de los puntos de muestreo según la categoría del sistema DHA  
(Fuente: apartado 8.3.1 del código práctico para sistemas DHA)

### 5.1.2.1 Disposición para naves 2, 3, 4 y sectores 1-1 y 1-2

Estos sectores tienen una longitud máxima de 79,90 metros, lo que permite cubrir toda la superficie longitudinal con dos equipos que tenga 4 salidas de tuberías. De esta forma, el equipo elegido para estos sectores es el modelo VEP-A10-P con cuatro tuberías y capacidad para hasta 80 orificios al ser categoría B, con una cobertura máxima de cada punto de muestreo de 50 m<sup>2</sup>.

La distancia de separación máxima para los puntos de muestreo de estos equipos es de 7 metros, obteniendo unos valores de Dmax de 5 metros, y una superficie de cobertura de cada punto de 49 m<sup>2</sup> como máximo:



**Figura 30.** Detalle del Plano N°8 ‘PCI-Sistemas de detección y alarma’  
(Fuente: Elaboración propia)

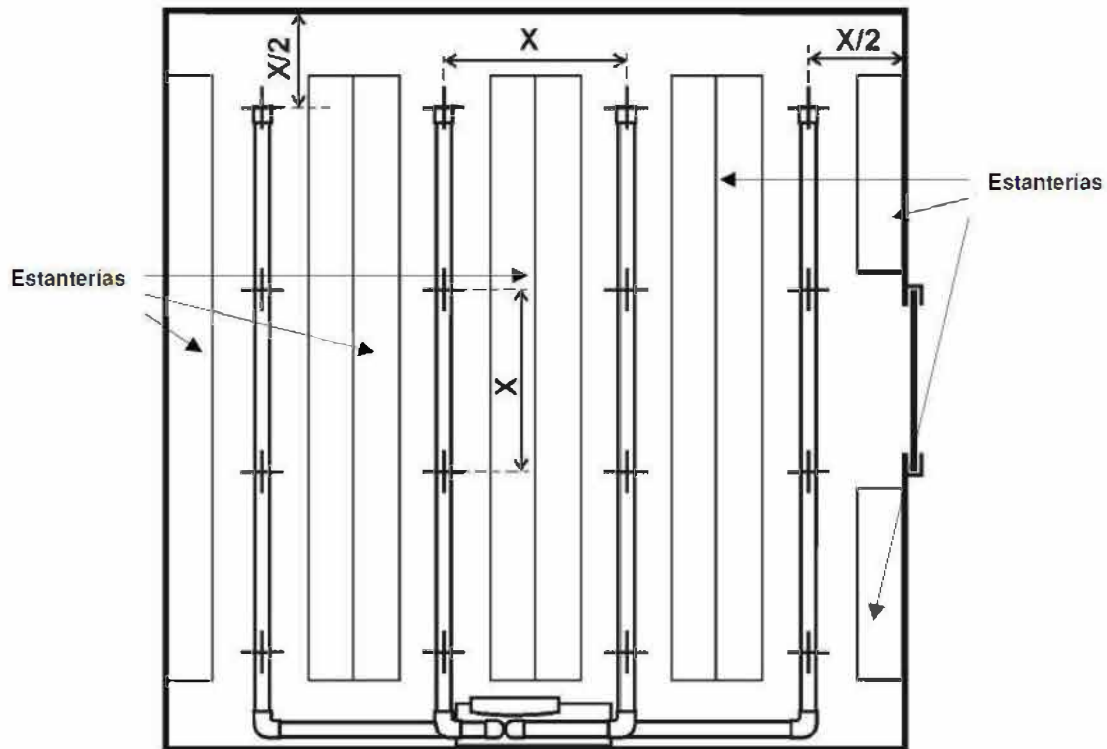
La ficha técnica del equipo seleccionado es:

	Una tubería VEP	Cuatro tuberías VEP			
Tensión de alimentación	18-30 VDC (24 V nominal)				
Consumo de potencia a 24 V CC	VEP-A00-1P	VEP-A00-P		VEP-A10-P	
Configuración del aspirador	fijo	1	5	1	5
Energía (en reposo)	8,8 W	7,0 W	8,8 W	8,2 W	10,0 W
Energía (en estado de alarma)	9,6 W	7,8 W	9,6 W	10,4 W	11,6 W
Dimensiones (An. x Al. x P)	350 mm x 225 mm x 135 mm				
Peso	4,0 kg	4,0 kg		4,1 kg	
Condiciones de funcionamiento	Ambiente: 0 °C a 39 °C Aire de muestreo: -20 °C a 60 °C Aire comprobado: -20 °C a 55 °C UL: -20°C a 50°C Humedad: 5 % a 95 % de humedad relativa, sin condensación				
Área de cobertura	1,000 m <sup>2</sup>	2,000 m <sup>2</sup>			
Flujo de aire mínimo por conducto	15 l/m				
Longitud de la tubería (lineal)	100 m	280 m			
Longitud de la tubería (ramificada)	130 m	560 m			
Longitud de tubería dependiendo del número de tuberías en uso	1 tubería	1 tubería	2 tuberías	3 tuberías	4 tuberías
	100 m	110 m	100 m	80 m	70 m
StaX	PSU	PSU, Auto Pipe Clean			
Número de orificios (A/B/C)	30/40/45	40/80/100			
Herramienta de diseño asistido por ordenador	ASPIRE				
Tubería	Entrada: Diámetro externo de 25 mm o 1,05 pulg (3/4 in IPS) Retorno: Diámetro externo 25 mm o 1,05 pulg (3/4 in IPS) con adaptador				
Relés	7 relés programables (con o sin bloqueo) Contactos de 2 A a 30 V CC (resistentes)				
Nivel de IP	IP40				
Acceso de cables	Entradas para cables de 4 x 26 mm				
Terminación de cables	Bloques de terminales atornillados de 0,2 – 2,5 mm (24 – 14GTE)				
Rango dinámico	0,001 %obs/m a 32 %obs/m				
Rango de sensibilidad	0,005 % - 20% obs/m				
Rango de umbral	Alerta: 0,005 % - 2,0 % obs/m Acción: 0,005 % - 2,0 % obs/m Fuego 1: 0,010 % - 2,0 % obs/m Fuego 2: 0,020 % - 20,0% obs/m				

**Figura 31.** Especificaciones del dispositivo VESDA VEP-A10-P seleccionado  
(Fuente: Ficha técnica proporcionada por el proveedor Notifier [5])

Se ha optado por utilizar equipos VESDA con cuatro tuberías para poder cubrir la mayor área posible de los sectores de incendio y utilizar un número coherente de equipos. Por tanto, se tiene que cada sector de incendios es independiente del resto (no tienen equipos en común), permitiendo desactivar la detección de los equipos VESDA correspondientes si fuera necesario realizar alguna intervención (pintar diferentes áreas, realizar obras de adaptación, instalación de nuevos equipos, etc.).

Para la distribución de los equipos y los orificios de detección, se han seguido las recomendaciones recogidas en las guías de diseño. De esta forma, se han espaciado los puntos de muestreo en 7 metros, siguiendo la configuración sugerida por la Guía de diseño de VESDA para almacenes:



**Figura 32.** Espaciamento sugerido según la guía de diseño de Vision Fire & Security  
(Fuente: Figura 1, apartado 3.1.1. Guía de diseño. Almacenes)

Este espaciamento da como resultado la siguiente área de cobertura máxima:



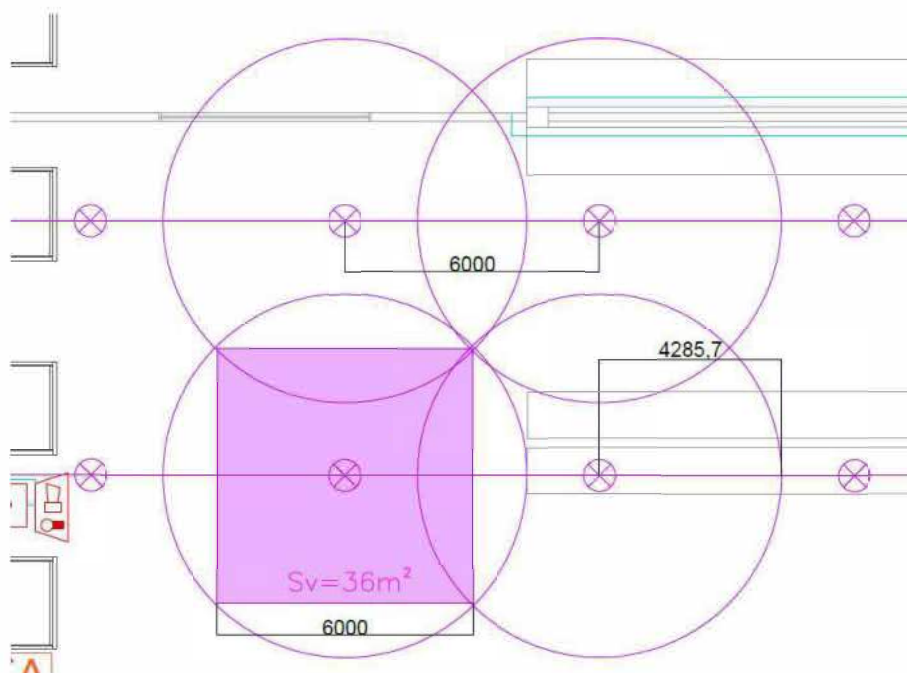
**Figura 33.** Extracto del sector 2-2 del Plano N°8 'PCI-Sistemas de detección y alarma'  
(Fuente: Elaboración propia)



### 5.1.2.2 Disposición para los sectores 1-3 y 1-4

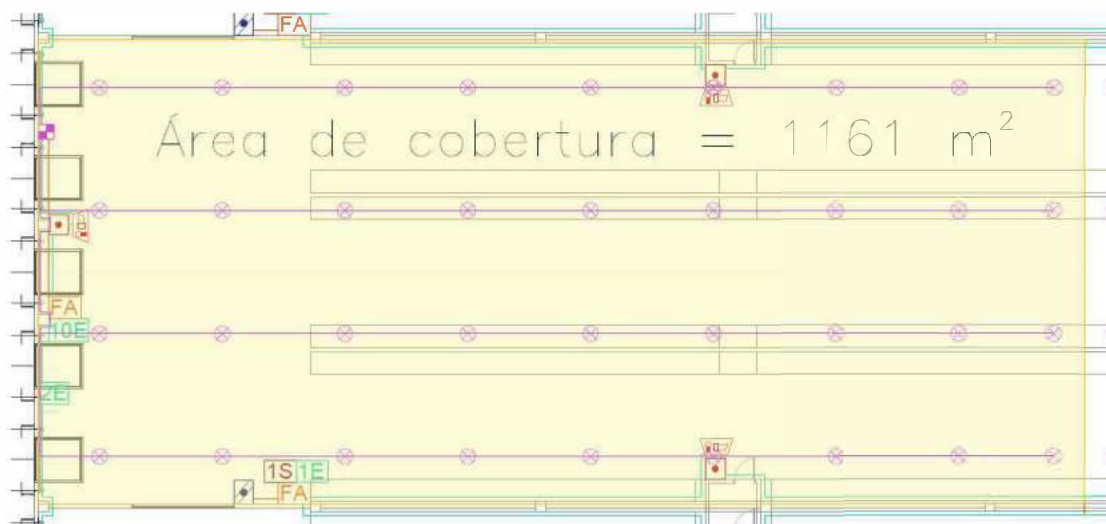
En este caso, al tener estos sectores una longitud máxima de 102,30 metros y un ancho de 22,70 metros, habría que modificar ligeramente la distribución empleada en los otros sectores. Por consiguiente, se ha optado por cubrir la superficie de forma longitudinal y desde las paredes opuestas, empleando el mismo dispositivo VESDA VEP-A10-P de 4 tuberías con una separación distinta entre los puntos de muestreo.

La distancia de separación máxima para los puntos de muestreo de estos equipos es de 6 metros, obteniendo unos valores de  $D_{max}$  de 4,2857 metros, y una superficie de cobertura de cada punto de 36 m<sup>2</sup> como máximo:



**Figura 34.** Detalle del Plano N°8 'PCI-Sistemas de detección y alarma'  
(Fuente: Elaboración propia)

Esta distribución daría la siguiente área de cobertura:



**Figura 35.** Extracto del sector 1-3 del Plano N°8 'PCI-Sistemas de detección y alarma'  
(Fuente: Elaboración propia)

### 5.1.2.3 Conclusión

Estas distribuciones con una sola capa de detección de humo serían válidas y darían cobertura a toda la superficie, teniendo en consideración lo expuesto en la norma UNE 23007-14. Además, estaría respaldada con las últimas investigaciones y normativas que dan cobertura a espacios de gran altura (hasta 25 metros). Un ejemplo de ello sería el documento “*Fact File 45: Smoke Detection in High Spaces using ASD*” de la *Fire Industry Association* (FIA) [6], que defiende la instalación de una sola capa de detección por aspiración en espacios de hasta 40 metros siempre que se sigan unas condiciones concretas.

De esta forma, se cumplirían todas las recomendaciones del fabricante y de las diferentes guías de diseño para los sistemas DHA (superando ampliamente el mínimo exigido por normativa y con margen hasta el máximo). Por otra parte, no afectaría a las actividades de la plataforma logística al evitar el uso de puntos de muestreo vertical por encima de la altura de almacenamiento definida en el proyecto (11 m).

## 5.2 Selección de los sistemas manuales de alarma de incendios

Estos sistemas se tienen que colocar junto a la salida de evacuación del sector de incendios y a una distancia de como máximo 25 m desde cualquier punto del sector que sea ocupable y a una altura entre 80 cm. y 120 cm. Estos requisitos están definidos en el apartado 4.2 del Anexo III del RSCIEI y en el Real Decreto 513/2017.

El dispositivo seleccionado es:

**M5A-RP02FF-N026-41**

**Pulsador de alarma rearmable para sistemas analógicos**

Pulsador de alarma direccionable de 01 a 159, rearmable y con aislador de cortocircuitos incorporado. Incluye led de estado, tapa de protección contra rotura accidental y llave para pruebas manuales.

**Características técnicas**

Corriente en reposo	aprox. 200 µA
Corriente en alarma	7 mA
Especificaciones:	EN 54/11
Peso:	aprox. 160 g
Dimensiones	A: 89 mm H: 93 mm F: 27.5 mm
Certificado	0832-CPD-0702

**i** Requiere caja PS031W para montaje en superficie.  
Compatible con protocolos DPAL 159+159 y CLIP 99+99.

**Figura 36.** Pulsador de alarma elegido para el proyecto  
(Fuente: Catálogo proporcionado por el proveedor Notifier - <https://www.notifier.es/index.php/productos>)

### 5.3 Selección del Sistema de comunicación de alarma

Para el diseño de las señales acústicas dentro del sistema de comunicación de alarma, se tendrá en cuenta las consideraciones proporcionadas por el apartado A.6.6.2 de la norma UNE 23007-14. Dichas consideraciones son:

- Nivel sonoro mínimo de 65 dB(A) o de 5 dB(A) superior a otros ruidos del entorno que persistan durante más de 30 s. En caso de tener que despertar a personal dentro del establecimiento el nivel mínimo es de 75 dB(A)<sup>5</sup>.
- Nivel sonoro máximo de 120 dB(A) para los puntos ocupados.
- Frecuencia entre los 500 y 2000 Hz.
- Instalar al menos una alarma acústica por sector de incendio.
- Anteponer un número mayor de alarmas con una menor intensidad acústica a un número reducido de gran intensidad.
- En caso de utilizar sistemas de alarma de voz tener en cuenta las consideraciones del apartado A.6.6.4 de la norma.

El modelo de alarma elegido es:

**CWSS-RW-W5**

**Sirena optico-acústica con base alta IP65. Clases C y W**



#### Características y funciones

- Cumple EN54/3 y EN54/23
- Sincronización automática
- Volumen ajustable a 2 niveles
- Categoría C y W
- Montaje en pared: Cobertura máxima 6.0 m
- Montaje en techo: Cobertura máxima 8.9 m

#### Aprobación: VdS

Dispositivo de aviso óptico-acústico para alarma de incendio según EN54/23 y EN54/3. Adecuado tanto para montaje en pared como en techo incluye base alta de grado IP65. Dispone de 32 tonos de alarma seleccionables incluyendo uno de campana. El flash LED de altas prestaciones proporciona una cobertura de luz omnidireccional. La sincronización es automática. Cumple con los estándares de la construcción CPR, de producto EN54/3 + EN54/23 categorías C/W, y medioambientales RoHS y WEEE. Incluye base alta IP65

#### Características técnicas

Tensión de funcionamiento	12 ... 29 Vcc
Consumo de corriente @ 24 Vcc	aprox. 60.1 mA (@ Tono DIN & flash)
Potencia acústica @ 24 Vcc	98.1 dB(A) (@ Tono DIN medio)
	107 dB(A) (@ Tono DIN high)
Frecuencia de Flash	aprox. 0.5 Hz
Color flash	blanco
Terminal de conexión	0.5 ... 2.5 mm <sup>2</sup>
Temperatura de funcionamiento	-25 °C ... 70 °C
Humedad relativa	< 96 % (no condensada)
Índice de protección	IP 65
Material	PC/ABS, UL94-V0
Especificaciones	EN54/23 dispositivo de señalización óptica
Categoría montaje en pared	W-2,4-6,0
Altura de montaje en pared	2.4 m
Categoría montaje en techo	C-3-8,9 / C-6-8,2
Altura de montaje en techo	3 m / 6 m
Color	rojo, similar RAL 3020
	Cubierta: transparente
Peso	aprox. 255 g
Dimensiones	Ø: 100 mm H: 122 mm
Certificado	0832-CPR-F0261

#### Accesorios

CWR	Paquete de 5 bases altas color rojo IP65
PS188	Paquete de 5 juntas tóricas para base IP65
PS189	Paquete de 5 juntas para base IP66

**Figura 37.** Dispositivo seleccionado para la comunicación de la alarma.  
(Fuente: Catálogo proporcionado por el proveedor Notifier - <https://www.notifier.es/index.php/productos>)

<sup>5</sup> Nivel sonoro medido utilizando un instrumento acorde con la norma IEC 651 (ponderación A, tipo 2 y respuesta lenta).

## 5.4 Selección y ubicación de extintores

La protección empleada será de extintores de polvo polivalente ABC complementados con extintores de CO<sub>2</sub> como protección puntual en zonas de riesgos eléctricos. Esto es debido a que no se permite el uso de agentes conductores de la electricidad cuando existan elementos con tensión eléctrica superior a 24 V, por ello, esta protección sería más genérica y no impondría ninguna limitación en cuanto a elementos eléctricos.

El emplazamiento de los extintores viene definido según el Real Decreto 513/2017, donde se indica que tienen que ser fácilmente visibles y accesibles, ubicados preferiblemente próximos a las salidas de evacuación y colocados en soportes sujetos a paramentos verticales con una altura (sobre el suelo) entre 80 cm y 120 cm. Adicionalmente, la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto del sector no puede superar los 15 m.

En resumen, el número de extintores y características principales (mostrados en el Plano N°7 'PCI-Red de BIEs-Extintores') es:

Sector de incendio	Nivel de riesgo intrínseco	Tipo de extintor	Eficacia mínima requerida	Número de extintores
1-1 <sup>6</sup>	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
1-2	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
1-3	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
1-4	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
2-1	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
2-2	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
2-3	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
3-1	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
3-2	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
3-3	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
4-1	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9
4-2	Medio 5	Polvo ABC	21 A	9

**Tabla 6.** Extintores y disposición en el establecimiento  
(Fuente: Elaboración propia)

Los extintores de CO<sub>2</sub> se instalarían de forma que cada sector tuviera uno ubicado lo más cerca posible de los cuadros eléctricos. La posición exacta de estos extintores no se puede conocer porque todavía no se ha definido la instalación y ubicación de dichos cuadros eléctricos, que irá en función de las necesidades del establecimiento.

<sup>6</sup> Hace referencia a la Nave 1 – sector 1

## 5.5 Selección del sistema de rociadores

Para elegir el correcto sistema de rociadores, se tiene que recurrir al Anexo IV del RSCIEI, que define la relación de normas UNE de obligado cumplimiento para los diferentes sistemas de protección contra incendios. El caso para aplicar sería la norma UNE-EN 12845:2016+A1.

### 5.5.1 Norma UNE-EN 12845

La justificación del sistema de rociadores empleado se apoyará en un estudio exhaustivo de la normativa aplicable, teniendo en cuenta todos los supuestos que puedan afectar al establecimiento. De esta forma, según el riesgo definido por la norma UNE-EN 12845 en el capítulo 6 es de Riesgo Extra, Almacenamiento (REA), al superar la altura máxima de almacenamiento definida en el Riesgo Ordinario:

Tabla 1 – Alturas de almacenamiento máximas para protección R03

Categoría de almacenamiento	Altura de almacenamiento máxima <sup>a</sup> m	
	Almacenamiento libre o en bloques (ST1 - véase 6.3.2)	Configuraciones de almacenamiento (ST2 - ST6 <sup>b</sup> - véase 6.3.2)
Categoría I	4,0	3,5
Categoría II	3,0	2,6
Categoría III	2,1	1,7
Categoría IV	1,2	1,2

a Donde las alturas de almacenamiento exceden los valores en la tabla, se usa la protección REA, véanse los apartados 6.2.4.2 y 7.2.  
b El almacenamiento ST6 se debe limitar a estantería góndola de 1.2 m de anchura total con una barrera sólida central extendiéndose desde la base hasta la parte superior de la estantería góndola. Todo el otro almacenamiento ST6 requiere protección de acuerdo con la protección REA, véase el apartado 7.2

Figura 38. Alturas de almacenamiento máximas definidas para el Riesgo Ordinario según UNE 12845 (Fuente: Tabla 1, capítulo 6 de la norma UNE 12845)

En referencia a la configuración de almacenamiento según la norma, la clasificación elegida es la ST4 “estantería paletizada (beam pallet racking)”, y para que la protección por rociadores sea eficaz según la normativa debe cumplirse lo siguiente en relación con la clasificación ST4:

Configuración de almacenamiento	Riesgo	Condiciones aplicables	Área máxima de almacenamiento en bloque	Anchura de pasillos separando filas de almacenamiento	Separación libre mínima alrededor de área de almacenamiento en bloque
			m <sup>2</sup>	m	m
ST4	RO		50	1,2 o mayor	2,4
	RE	sin protección de rociador en estantería en nivel intermedio <sup>b,c</sup>	No limitada	1,2 o mayor	*
		con protección de rociador en estantería en nivel intermedio <sup>d</sup>		Menos de 1,2	*
		con protección de rociador en estantería en nivel intermedio <sup>e</sup>		Mayor que 1,2 pero menos que 2,4	*
		con protección de rociador en estantería en nivel intermedio <sup>f</sup>		2,4 o mayor	*

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.

Figura 39. Extracto de las limitaciones según la configuración de almacenamiento (Fuente: Tabla 4, capítulo 7 de la norma UNE 12845)

Para el presente proyecto no se encuentra ninguna limitación en cuanto a la configuración de estantería elegida (ST4), debido a que el área máxima de almacenamiento no está limitada y el ancho de pasillo del presente proyecto es superior a 2,4 m (Figura 39).

En cuanto a la limitación de altura de almacenamiento, el capítulo 7 define la siguiente tabla para el caso de Riesgo Extra Almacenamiento (REA):

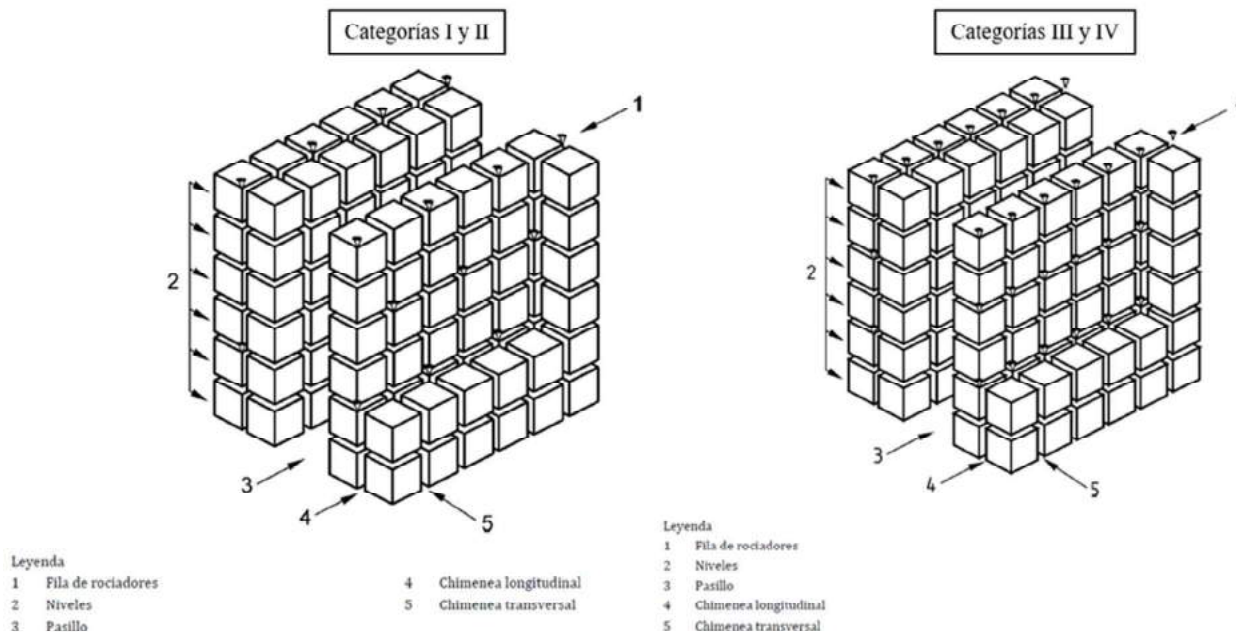
Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento				Densidad de diseño	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la NOTA)]
	m					
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV		
ST4 Estanterías paletizadas		5,6	3,7	2,7	15,0	
		6,0	4,1	3,0	17,5	
			4,4	3,3	20,0	300
			4,8	3,6	22,5	
			5,3	3,8	25,0	
		5,6	4,1	27,5		
		6,0	4,4	30,0		

NOTA Se deberían evitar los sistemas secos y alternos en almacenamiento de 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%.

**Figura 40.** Extracto de las alturas máximas según la configuración del almacenamiento (Fuente: Tabla 2, capítulo 6 de la norma UNE 12845)

Como la altura de almacenamiento definida en el proyecto (11 m) supera las limitaciones impuestas por la norma para la colocación de rociadores solo en techo, se tendrá que recurrir al apartado 7.2.2.2 donde la norma define: “Donde las alturas de almacenamiento exceden el límite, se deben proporcionar niveles intermedios de rociadores en estantería de acuerdo con el apartado 7.2.3...”

Si se decidiera apostar por el empleo de rociadores en niveles intermedios de las estanterías, se debería recurrir al capítulo 12 de la norma (Separación y situación de rociadores). Dentro de este capítulo, el apartado 12.5 “Rociadores intermedios en actividades RE” es el que pondría limitaciones al proyecto. Concretamente, se tendrían dos configuraciones posibles a la hora de definir la posición vertical y horizontal de los rociadores en niveles intermedios, dependiendo de la categoría de artículos a almacenar elegidas:



**Figura 41.** Situación de rociadores de nivel intermedio en estantería  
(Fuente: apartado 12.5 del capítulo 12 de la norma UNE 12845)

A modo de resumen, las limitaciones impuestas serían:

Categoría de artículos	Distancia horizontal entre rociadores (m)	Producto de las distancias horizontal y vertical entre rociadores (m <sup>2</sup> )
Categorías I y II	3.75	9.8
Categorías III y IV	1.9	4.9

**Tabla 7.** Limitaciones de situación para rociadores intermedios  
(Fuente: capítulo 12 de la norma UNE 12845)

Como se puede observar, se tiene un aumento considerable en el número de rociadores al pasar de una configuración a la siguiente. Esto permite empezar a definir el tipo de material a almacenar en las naves del presente proyecto. Puesto que si, por ejemplo, la plataforma logística se define para materiales de la Categoría III en lugar de materiales de la Categoría II, el número de rociadores a instalar sería el doble.

Tomando de referencia el Anexo C de la norma, que proporciona un listado de los diferentes tipos de productos almacenados y la categoría a la que pertenecen, se definirán los productos a almacenar en el presente proyecto con categoría III como mínimo. Esta decisión se toma en base al carácter generalista del establecimiento, es decir, al no tener una actividad logística concreta para el establecimiento, la solución óptima pasa por no restringir en exceso el tipo de material a almacenar, puesto que podría reducir considerablemente el número de clientes o la posibilidad de adjudicación de las naves.

La categoría III se ha tomado como referencia puesto que se tienen materiales como el material de oficina, aparatos eléctricos o el empleo de al menos un 5% de plástico en algunos productos que definen esta categoría. Restringir el almacenamiento a materiales no combustibles y con menos del 5% de masa de plástico (categorías I y II) para un edificio industrial con naves de hasta 9.000m<sup>2</sup> sería un grave impedimento a nivel comercial y promotor.

Una vez definido el tipo de material, se continúa con el análisis normativo y el tipo de rociador. Los tipos de rociadores que mejor se adaptarían al presente proyecto son los ESFR (Early Suppression Fast Response). Como su nombre indica, este tipo de rociadores proporciona una respuesta rápida, permiten actuar a un número más reducido de rociadores y proporcionan un amplio caudal (de más de 650 L/min) con una descarga en forma de cono. Además, como define el Anexo P de la norma: “Los rociadores ESFR (respuesta rápida supresión temprana) son rociadores de techo que tienen la capacidad de suprimir incendios dentro de riesgos de almacenamiento...”

A continuación, se ha realizado un resumen con las alturas máximas de almacenamiento en función de los requisitos de diseño para los rociadores ESFR definidos en el apartado P.7.4 del Anexo P que afectan al presente proyecto (estanterías tipo ST4):

Tabla de referencia (Anexo P)	Tipo de artículo	Altura de techo máxima (m)
Tabla P.3	Plástico no expandido en cajas de cartón	13.7
Tabla P.5	Plástico no expandido expuesto	13.7
Tabla P.7	Plástico expandido en cajas de cartón	13.7
Tabla P.9	Plástico expandido expuesto	12.2
Tabla P.14	Neumáticos de caucho	12.2
Tabla P.16	Mercancías varias en entreplantas	≤ 4.5

**Tabla 8.** Resumen de requisitos de diseño  
(Fuente: apartado P.7.4 del anexo P de la norma UNE 12845)

Se puede apreciar que el presente proyecto supera las alturas de techo máximas definidas por el Anexo P al superar los 13,7 m. Por tanto, no se puede aplicar el Anexo P, que cita textualmente: “*Es por tanto esencial que todos los requisitos de este anexo se cumplan, sin excepción, cuando se aplica la protección ESFR*”. De esta forma se descarta la norma UNE-EN 12845 como justificación para aplicar los rociadores ESFR.

La alternativa es buscar otra normativa que sea aplicable y este realizada por profesionales del sector. Como por ejemplo las correspondientes a las normas NFPA.

### 5.5.2 NFPA 13

La *National Fire Protection Association* (NFPA) es una asociación con reconocimiento y reputación en el ámbito de la protección contra incendios y seguridad a nivel mundial. Desarrolla normas y códigos para la prevención y protección, recomendando la manera más segura para que en caso de producirse un incendio, este pueda ser controlado. Por tanto, al no estar contemplado el caso de estudio del presente proyecto en la norma UNE, se recurrirá a estudiar dicha normativa en búsqueda de alguna alternativa. En concreto se analizará la NFPA 13 - 2019: Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.

Al igual que con la norma UNE analizada anteriormente, se tendrá que la altura máxima de almacenamiento o la altura máxima de cielorraso serán las principales restricciones. A modo de resumen del capítulo 23 “Requisitos de rociadores ESFR para aplicaciones de almacenamiento”, para el almacenamiento en estantería se han recogido en la siguiente tabla las alturas máximas dentro de cada caso que recojan alturas de almacenamiento de al menos 11 m (caso de estudio del proyecto):



Tabla de referencia	Mercancía	Altura máxima de almacenamiento (m)	Altura máxima de cielorraso/techo (m)	Factor K nominal
23.5.1	Clase I, II, III o IV, encapsuladas o no encapsuladas	12	14	16.8 (240)* 22.4 (320) 25.2 (360)
23.6.1	Plástico del Grupo A no expandido, en cajas de cartón	11	14	14 (200)* 16.8 (240)* 22.4 (320) 25.2 (360)
		12	14	14 (200)* 16.8 (240)* 22.4 (320) 25.2 (360)
23.6.1	Plástico del Grupo A no expandido, expuesto	11	14	14 (200)* 16.8 (240)*
		12	14	14 (200)* 16.8 (240)*

\*Rociadores en estanterías requeridos.

**Tabla 9.** Resumen de requisitos para la altura de almacenamiento  
(Fuente: capítulo 23 de la norma NFPA 13)

Se puede observar que el uso de rociadores ESFR con protección solo en techo para el presente proyecto no está justificado según la norma NFPA 13 al superar en todos los casos la altura máxima de cielorraso/techo (el proyecto tiene una altura de 14.5m). Por tanto, se buscará otra normativa que si contemple una altura de techo superior a 14m.

### 5.5.3 Datasheet 8-9 (FM Global)

FM Global es una compañía que se encarga de elevar los estándares de protección a nivel mundial para que contratistas, constructores y fabricantes se adhieran. De esta forma, las hojas de datos o *Datasheet* de FM Global cumplen altos niveles de seguridad, con un proceso de prueba de certificación que verifica la función de diferentes productos. Todo ello, reduce la posibilidad de pérdidas en las propiedades de los productos debido a factores como incendios, condiciones climáticas adversas o fallos en los diferentes equipos eléctricos.

El *Datasheet* que sería objeto de estudio para justificar el uso de rociadores del tipo ESFR en el proyecto sería el número 8-9 “*Storage of Class 1, 2, 3, 4 and Plastic Commodities*”. Esta hoja de datos presenta un apartado, el 2.3.6.9, titulado “*Ceiling-Only Sprinkler Protection Recommendations for Ceiling Heights Over 40 ft (12.0 m)*” cuya traducción es “Recomendaciones de protección de rociadores en techo para alturas de techo superior a 40 pies (12.0 m)”.

En este apartado se encuentra la tabla 17b, que define las condiciones máximas para poder aplicar rociadores ESFR:

Table 17b. Quick-Response, 160°F (70°C) Nominally Rated, Standard-Coverage Pendent Storage Sprinkler Ceiling-Only Designs for Ceiling Heights Over 40 ft (12.0 m)

Storage Arrangement	Commodity	Max. Storage Height, ft (m)	Max. Ceiling Height, ft (m)	Ceiling Sprinkler K-Factor	Max. Vertical Distance from Ceiling to Sprinkler's Thermal Element, in. (mm)	Min. Aisle Width, ft (m)	Sprinkler System Design		
							Ceiling Sprinkler System, No. of AS @ psi (bar)	Hose Demand, gpm (L/min)	System Duration, min
Solid-Piled, Palletized, Bin-Box, Shelf, and Open-Frame Racks*	Class 1, 2, 3, 4 and Cartoned Unexpanded Plastics	45 (13.7)	50 (15.2)	22.4 (320)	13 (325)	6 (1.8)	10 @ 63 (4.3)	250 (950)	60
				25.2 (360)	13 (325)	6 (1.8)	10 @ 50 (3.5)		
					17 (425)	6 (1.8)	10 @ 75 (5.2)		
				28.0** (400**)	13 (325)	6 (1.8)	10 @ 40 (2.8)		
			33.6 (480)	6 (1.8)	9 @ 55 (3.8)				
		50 (15.2)	55 (16.8)	28.0 (400)	13 (325)	8 (2.4)	9 @ 80 (5.5)		
				33.6 (480)	17 (425)	6 (1.8)	9 @ 55 (3.8)		

\* See the guidelines in Section 2.2.3.2 to confirm that any multiple-row racks being protected in accordance with this table meet the requirements to be considered open-frame.

\*\* The design of 10 AS @ 40 psi (2.8 bar) can be reduced to 9 AS @ 40 psi (2.8 bar) when the water supply can also provide a minimum pressure of 80 psi (5.5 bar) from the most remote 4 sprinklers (2 sprinklers on 2 lines).

Figura 42. Sistema de rociadores en función de la altura máxima de almacenamiento (Fuente: Extracto de la tabla 17b del apartado 2.3.6.9 del datasheet 8-9 de FM Global)

Además, en este apartado se mencionan otras restricciones o imposiciones para el proyecto. El sistema de rociadores en el techo tiene que ser de tubería húmeda y el material a almacenar tiene que ser exclusivamente de las clases 1, 2, 3, 4 y plásticos no expandidos en cajas de cartón. Por tanto, para el presente proyecto quedarían descartados los plásticos expandidos en cartón y los plásticos sin cartón (tanto expandidos como sin expandir).

Esta clasificación de la norma FM Global permite emplear materiales equivalentes a las categorías III de la norma 12845 mencionada anteriormente. Por tanto, basándonos en el Datasheet 8-9 de FM Global se puede almacenar esta categoría de material en el establecimiento objeto de estudio sin emplear un elevado número de rociadores intermedios.

Se puede observar que el presente proyecto entraría dentro de los márgenes mostrados en la tabla 17b (Figura 42), al tener una altura de almacenamiento por debajo de 13.7 m y una altura de techo inferior a 15.2 m, que son las condiciones más desfavorables para aplicar dicha normativa. También, habría que tener en cuenta los 950 L/min que definen el caudal de manguera, contemplado como un caudal adicional al que también hay que dar cobertura.

Usando la ecuación  $Q (l/min) = K * \sqrt{P(bar)}$  obtenemos una comparativa en base a los caudales necesarios de cada uno de los tipos de rociadores que darían cobertura al proyecto:

Max. Storage Height (m)	Max. Ceiling Height (m)	Ceiling Sprinkler K-Factor	Ceiling Sprinkler System, N° of as (bar)	Q (l/min)
13.7	15.2	22.4 (320)	10 (4.3)	663.57
		25.2 (360)	10 (3.5)	673.50
			10 (5.2)	820.93
		28.0 (400)	10 (2.8)	669.33
		33.6 (480)	9 (3.8)	935.69
15.2	16.8	28.0 (400)	9 (5.5)	938.08
		33.6 (480)	9 (3.8)	935.69

**Tabla 10.** Caudal necesario según el tipo de rociador

(Fuente: Elaboración propia a partir de la información del apartado 2.3.6.9 del datasheet 8-9 de FM Global)

El tipo de rociador seleccionado, en base a necesitar una menor presión (3.5 bar) y tener un caudal del mismo orden de magnitud que el mínimo obtenido sería el K-25. El K-28, a pesar de necesitar una menor presión (2.8 bar) y tener un caudal algo menor, no ha sido seleccionado debido a que solo tiene un fabricante y esto podría condicionar mucho el precio en caso de algún problema con el proveedor. El K-25 es más estándar y tiene más opciones, siendo la diferencia entre los parámetros de diseño poco significativa.

Para el tipo de rociador elegido el caudal vendrá dado por:

$$Q (l/min) = K * \sqrt{P(bar)} = 360 * \sqrt{3.5} = 673.50 L/min$$

$$Q_{TOTAL} (l/min) = 10 * K * \sqrt{P(bar)} = 10 * 360 * \sqrt{3.5} = 6735.00 L/min = 404.1 m^3/h$$

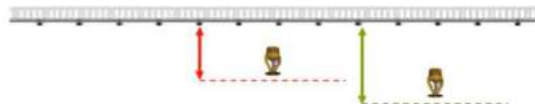
### 5.5.4 Selección del rociador

En concreto, el seleccionado será “ESFR PENDENT SPRINKLER VK510 (K25.2)” cuya ficha técnica proporciona los siguientes parámetros:

Temperature Rating	165 °F (74 °C) and 205 °F (96 °C)
Sprinkler Position	Pendent, frame arms aligned with pipe, deflectors parallel to floor.
Maximum Area of Coverage	100 ft <sup>2</sup> (9,29 m <sup>2</sup> )
Minimum Area of Coverage	64 ft <sup>2</sup> (5,9 m <sup>2</sup> )
Maximum Ceiling Slope	2 in 12
Maximum Spacing	10 ft. (3,1 m)
Minimum Spacing	8 ft. (2,4 m)
Deflector Distance from Walls	Minimum of 4 inches (102 mm), and no more than one-half the allowable distance permitted between sprinklers
Max. Vertical Distance from Ceiling to Sprinkler's Thermal Element	18 inches (457 mm)
Maximum Storage Height	45 ft. (13,7 m)
Hose Stream Allowance and Water Supply Duration	250 gpm (950 Lpm) for 60 minutes
Positioning Requirement	Install K25.2 ESFR sprinklers with the center line of the thermal sensing element located between 4” and 18” (102 mm and 457 mm) below the ceiling.

**Tabla 11.** Especificaciones para VK510 según normativa FM  
(Fuente: Ficha técnica del rociador ESFR VK510 de VIKING [7])

La distancia al techo del sistema de rociadores viene definida por los 325 mm (13”), de forma visual:



**Figura 43.** Distancias mínimas y máximas hasta el techo de la red de rociadores.  
(Fuente: Presentación de Johnson Controls [8])

Los rociadores se dispondrán paralelos a las correas, presentando una distribución recogida en el Plano N°6 ‘PCI-Sistema de rociadores’. Se aprecia que los rociadores estarán recogidos en varias alturas distintas, variando desde los 13,73 m hasta los 14,64 m de altura máxima. Esto cumpliría con lo marcado en el apartado 8.2.1.2 de la norma UNE-EN 12845, que indica que la diferencia de altura máxima entre las cabezas de rociador más alta y baja no tiene que exceder los 45 m.

### 5.5.5 Conclusiones

Debido al carácter generalista del proyecto, dónde no está claro el número de estanterías a emplear, ni se tiene un layout del almacén definido, se decide emplear el uso de rociadores solo en techo. Esta decisión reduce considerablemente el número de rociadores a emplear, al no ser necesario el uso de rociadores en estanterías o IRAS (*In Rack Sprinklers*), y con ello se reduce el coste de la protección contra incendios para el proyecto al reducir el número de elementos necesarios (tuberías, rociadores, válvulas, puestos de control, etc.).

Al reducir el presupuesto en materia de protección, el proyecto se podría ofertar con un menor coste y ampliar de esta forma el abanico de clientes potenciales para las naves. Al no tener una imposición en cuanto a número de estanterías, y la ubicación de estas, no quedaría limitada la actividad a los operadores logísticos interesados, quedando un proyecto bastante genérico. Además, siempre se podría estudiar la posibilidad de ampliar la protección contra incendios si fuera necesario (añadir estanterías, rociadores intermedios, etc.) sobredimensionando el abastecimiento de agua en el proyecto base para cumplir los requisitos en tal caso. Pero en caso contrario, se tendrían instaladas protecciones innecesarias que limitarían la actividad al tener que respetar los requisitos de instalación para los rociadores intermedios (distancias libres de obstáculo, posiciones de almacenamiento más amplias, etc.).

Por tanto, la única limitación en relación con la actividad del establecimiento es el empleo de los materiales recogidos en el Datasheet 8-9 de FM Global. Esto excluye únicamente a los plásticos expandidos en cartón y los plásticos sin cartón (tanto expandidos como sin expandir).

## 5.6 Diseño de la red de hidrantes

El diseño del sistema de hidrantes, así como la ejecución, puesta en funcionamiento y el mantenimiento tiene que complementarse con los requisitos marcados por el Real Decreto 513/2017 (Reglamento de instalaciones de protección contra incendios) en el punto 3 del apartado 3 del Anexo I. Estos requisitos son:

- La distancia máxima de recorrido real, medida horizontalmente, a cualquier hidrante es de 40 m. Se define esta distancia, aunque no se conozca el emplazamiento del edificio (zona urbana o resto de zonas), por ser la más restrictiva.
- Salida de 100 mm en al menos uno de los hidrantes (preferiblemente en la entrada del edificio).
- La distancia entre cada hidrante y el límite exterior del edificio, perpendicular a la fachada, estará acotada entre 5 m y 15 m.
- Ubicación de hidrantes en zonas fácilmente accesibles y debidamente señalizados.
- El caudal ininterrumpido mínimo por cada boca de hidrante tiene que ser de 500 L/min<sup>7</sup> y una presión mínima requerida de 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup> o 5 bar).

En el presente proyecto, se tiene el paso de camiones, muelles de carga y descarga y un espacio limitado. Por tanto, el empleo de hidrantes de columna limitaría la actividad del establecimiento dificultando el acceso de los camiones a los muelles y la necesidad de modificar la ubicación de alguno de ellos. Por tanto, se implantarán hidrantes bajo nivel de tierra.

Esta decisión no supone ninguna restricción adicional en cuanto normativa, debido a que las consideraciones recogidas en el apartado 4.5 (Sistemas de hidrantes exteriores) solo hace una pequeña distinción entre hidrantes (de columna y bajo tierra) en cuanto al Kv mínimo necesario para uno de los casos:

Salidas: nº y DN	Kv mínimo	
	Hidrante de columna	Hidrante bajo tierra
1 de 45	33	33
2 de 45	66	66
1 de 70	80	80
2 de 70	150	150
1 de 90/100	180	150

**Figura 44.** Kv necesario en función del tipo de hidrante empleado  
(Fuente: Apartado 3 de la Sección 1ª del RIPCI)

El modelo de hidrante seleccionado es el modelo HE8 del fabricante EACI:



**Figura 45.** Hidrante bajo nivel de tierra modelo HE8, con dos salidas de 70 mm  
(Fuente: web del fabricante – [www.eaci.es](http://www.eaci.es))

Este hidrante se ha seleccionado al estar diseñado y construido en base a la norma UNE-EN 14339:2006, la cual es de obligado cumplimiento según el RIPCI.

<sup>7</sup> Este requisito ya se cumple debido a que el caudal mínimo definido por el RSCIEI para el proyecto es de 1500 L/min

Las características de diseño y los planos del equipo correspondiente se encuentran en la ficha técnica proporcionada por el fabricante. Para el uso de los hidrantes, será necesario disponer de material adicional (material de dotación) que permita un uso correcto de los mismos. Este material estará compuesto por mangueras, lanzas y racores, todo ello almacenado en casetas para la intemperie (se tendrá un total de 11, una por cada hidrante). Por tanto, dentro de cada caseta se tendrá:

- 1 manguera sintética de Ø70 mm y 15 m de longitud racorada. Con racores Barcelona en aluminio estampado.
- 2 mangueras sintéticas de Ø45 mm y 15 mm de longitud racoradas. Con racores Barcelona en aluminio estampado.
- 1 bifurcación de Ø45 mm sin tapas. Con racores Barcelona en aluminio estampado.
- 1 racor Barcelona rosca exterior de Ø70 mm en aluminio estampado.
- 2 lanzas Triplex de tres efectos. Con racor Barcelona de Ø45 mm en aluminio estampado.
- 1 lanza Triplex de tres efectos. Con racor Barcelona de Ø70 mm en aluminio estampado.
- 1 reducción Barcelona de Ø70 x 45 mm en aluminio estampado.
- 1 llave especial para la apertura de hidrantes.

La red de hidrantes se ha seleccionado como exterior y enterrada, usando tuberías de Polietileno de alta densidad PE-100 de DN-300 mm. Dicha red dispondrá de una entrada al edificio para cada uno de los sectores, entrando directamente al puesto de control del sistema de rociadores y abasteciendo de esta forma a la red.

Adicionalmente, se han dispuesto válvulas de seccionamiento (de compuerta de husillo ascendente) a lo largo de la red, permitiendo aislar las diferentes naves. Esta decisión se ha tomado para poder realizar cualquier tipo de mantenimiento o reparación del sistema y poder garantizar el correcto funcionamiento del resto de la red en dicho caso.

La ubicación de los hidrantes y las casetas se encuentra recogida en el Anexo Planos, en el Plano N°3 'PCI-Red de hidrantes'.

## 5.7 Diseño de la red hidráulica del sistema de rociadores

Para comenzar con el diseño de la red hidráulica se partirá de los parámetros necesarios para cada sistema de protección:

Sistema PCI	Q (m³/h)	P (bar)	T (min)	Reserva (m³)
Rociadores	404.1	3.5	60	404.1
BIEs	24	5	60	24
Hidrantes	90	5	60	90

**Tabla 12.** Necesidades de abastecimiento de los sistemas de PCI  
(Fuente: Elaboración propia)

Una vez definidas las necesidades a nivel de hidrantes y a nivel de rociadores, se tendrá un valor definido para el cálculo del caudal de agua cuando coexisten varios sistemas de extinción, como recoge el apartado 6 del Anexo III del RSCIEI y se ha mostrado anteriormente en el apartado 4.4 (**Figura 16**):

$$0.5Q_H + Q_{RA} = 0.5 * 1500 \text{ L/min} + 10 * K * \sqrt{P(\text{bar})} = 0.5 * 1500 \text{ L/min} + 10 * 673.50 \text{ L/min}$$

$$0.5Q_H + Q_{RA} = 7485 \text{ L/min} = 449.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

El valor de la reserva total viene dado por:

$$0.5R_H + R_{RA} = 0.5 * 90 m^3 + 404.1m^3 = 449.1 m^3$$

Se puede apreciar, que el caudal que proporcionan las necesidades de los hidrantes es menor al caudal de manguera definido por la normativa FM Global para el tipo de hidrante seleccionado (mencionado en el apartado 5.5.3, **Figura 42**). Por ello, para calcular el caudal de agua se va a modificar la expresión anterior a:

$$Q_{Hose\ Demand} + Q_{RA} = 10 * 673.50 L/min + 950 L/min = 7685 L/min = 461.1 m^3/h$$

Este valor definirá el caudal nominal de la bomba del sistema de abastecimiento de agua. Definido a partir del número de rociadores en funcionamiento más el caudal requerido por el sistema de hidrantes con la simultaneidad entre hidrantes y rociadores que indica el RSCIEI. La altura requerida para la bomba vendrá definida en función de los valores calculados en base al cálculo hidráulico, sin exceder los 12 bar (marcado por el apartado 8.2.1 de la norma UNE-EN 12845). También se debe tener en cuenta los límites de la velocidad del agua marcados por la normativa (apartado 13.2.3 de la norma UNE-EN 12845):

- 6 m/s en el puesto de control (“cualquier válvula, dispositivo de supervisión de caudal y/o filtro”).
- 10 m/s en cualquier punto de la red.

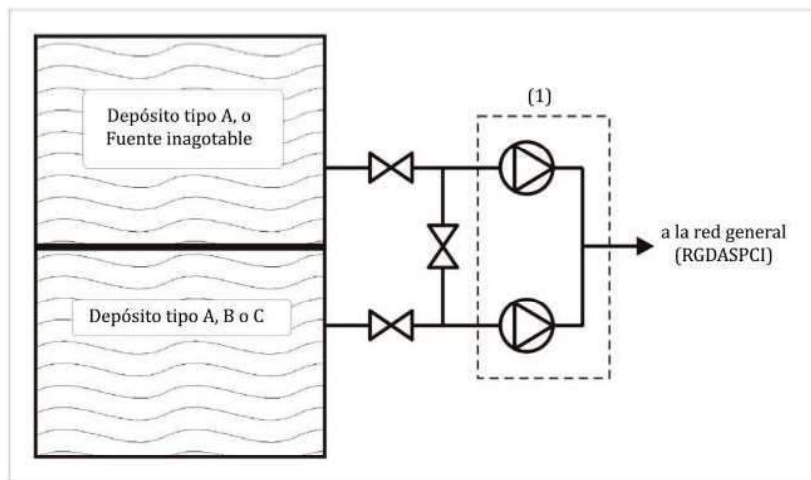
### 5.7.1 Sistema de abastecimiento

Volviendo a los requisitos de las instalaciones contra incendios definidos en el apartado 4.4 (Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios), se tiene que la clase de abastecimiento tiene que ser doble. Esta posibilidad queda recogida en la norma UNE 23500 ofreciendo dos posibilidades de accionamiento de los grupos de bombeo:

Tipo de equipo de bombeo requerido	Nº de grupos de bombeo admitidos	Accionamiento por tipos de motores	
		Solución A	Solución B
Doble	2 (del 100% de $Q_n$ cada uno)	1 diésel + 1 eléctrico	2 diésel
Doble	3 (del 50% de $Q_n$ cada uno)	2 diésel + 1 eléctrico	3 diésel

**Figura 46.** Posibilidades de accionamiento de los grupos de bombeo para casos de abastecimientos doble (Fuente: Tabla 5 de la norma UNE 23500)

Por tanto, para cumplir también con los requisitos en cuanto a fuentes de agua y sistemas de impulsión, se ha decidido aplicar al proyecto la configuración definida como: “*Equipo de bombeo doble aspirando de depósito atmosférico tipo A o de fuente inagotable + Depósito atmosférico adicional tipo A, B o C*”. Esto se corresponde con la figura 27 de la norma:



Leyenda  
 (1) Equipo de bombeo doble

**Figura 47.** Configuración elegida para el sistema de abastecimiento del proyecto (Fuente: Figura 27 de la norma UNE 23500)



Se ha previsto disponer de un sistema de abastecimiento, independiente del suministro público, formado por dos depósitos de almacenamiento de agua atmosférico de 516 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno (un poco por encima del 100% del Q<sub>n</sub>), haciendo un total de 1032 m<sup>3</sup>. Los depósitos se ven complementados con un grupo de presión, ubicado en una sala de bombas de uso exclusivo para protección contra incendios ubicada en un edificio exterior. De esta forma, queda garantizado el abastecimiento más desfavorable durante el tiempo estipulado en la normativa (presentado en el apartado 4.4).



**Figura 48.** Tipo de depósito seleccionado para el sistema de abastecimiento  
(Fuente: Ficha técnica del proveedor Engineered Fire Piping)

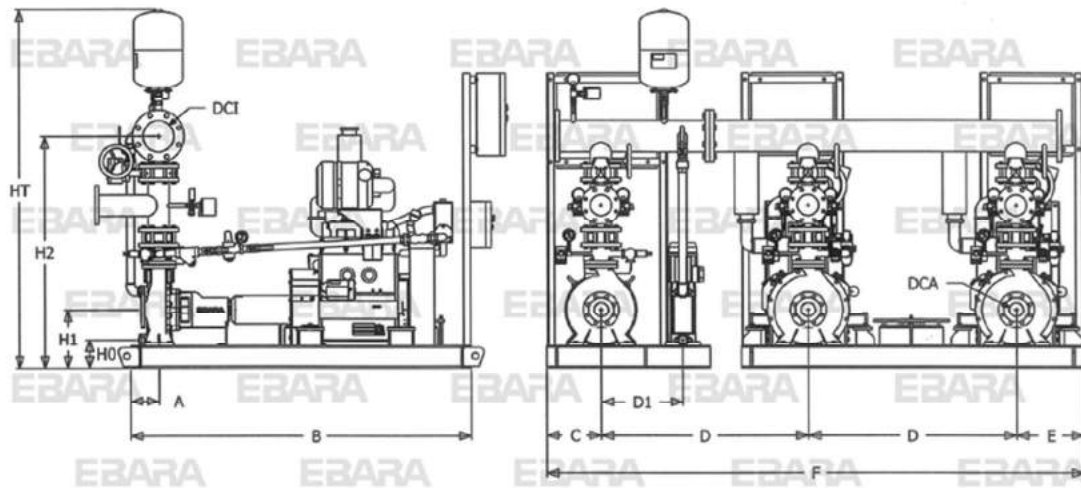
La sala de bombas se ubica en el exterior del establecimiento y estará destinado exclusivamente a la protección contra incendios (red de hidrantes exteriores, sistema de rociadores automáticos y BIEs). Dicha sala dispondrá de ventilación natural mediante rejillas en las puertas de acceso y en la parte superior de la sala.

### 5.7.2 Grupo de presión

Para cubrir las necesidades de caudal necesario (461,1 m<sup>3</sup>/h) y de presión nominal (10,346 bar) es necesario emplear un grupo de presión. Para ello, se ha seleccionado el modelo **EBARA AFU12-GS 100-315L/132 EDDJ**. Este grupo fue seleccionado después de contactar con el proveedor<sup>8</sup>, debido que los grupos estándares que se pueden encontrar a través del programa de selección de grupos contra incendios de Ebara, EbaraGCI, no proporcionaba ningún equipo que cumpliera con las especificaciones.

Dicho grupo de presión está formado por dos bombas principales diésel, una eléctrica y una auxiliar jockey:

<sup>8</sup> La oferta presentada por el proveedor Ebara es privada y no vinculante.



\* Dimensiones aproximadas, orientativas, sólo para cotización (no válidas para implantación definitiva)

**Dimensiones grupo de presión contra incendios (mm)**

A	160	C	400
B	2500	D	1140
H0	190	E	370
H1	420	F	3050
H2	1555	DCA	125
HT	2265	DCI	250

**Figura 49.** Imagen y dimensiones del grupo de presión seleccionado.

(Fuente: Ficha técnica entregada por el proveedor Ebara)

Dado el punto de trabajo, la composición EDDJ tiene que funcionar con las bombas principales al 50% según indicaciones del fabricante. Las curvas características de los equipos son:

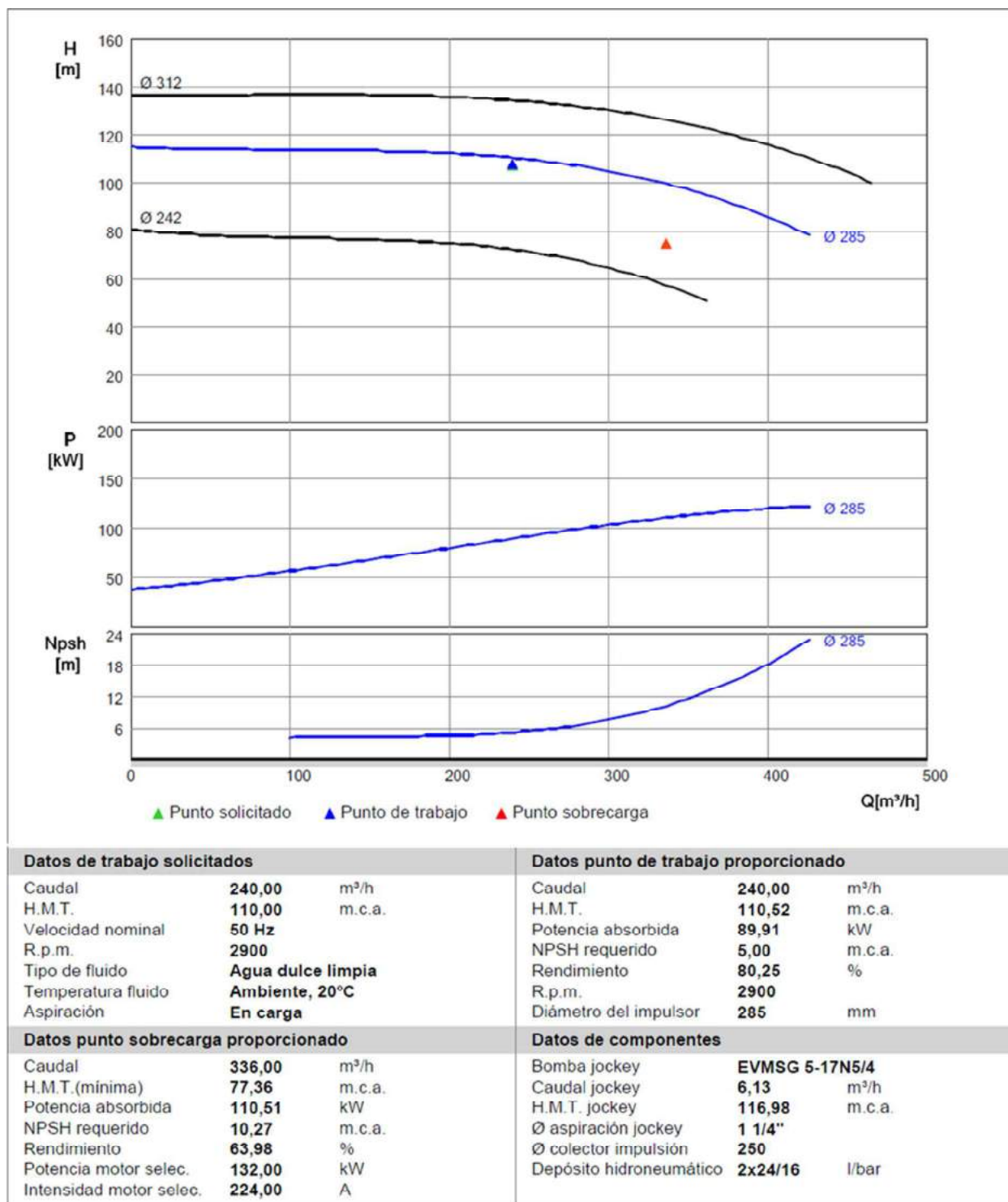


Figura 50. Curvas características y punto de operación del equipo seleccionado.  
(Fuente: Ficha técnica entregada por el proveedor Ebara)

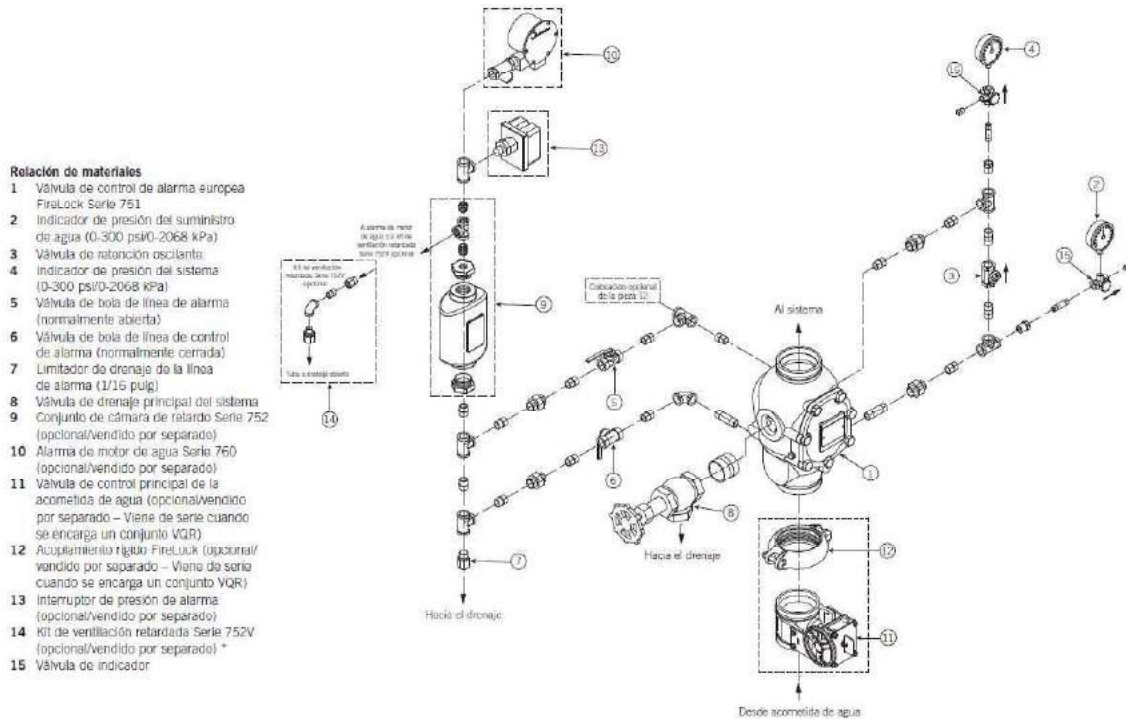
### 5.7.3 Puesto de control

Los sistemas de rociadores tienen que disponer de una fuente de suministro de agua, la cual alimentará a una tubería principal que dará servicio a las redes de rociadores. Estas redes están formadas por un colector general, diferentes ramales donde irán ubicados los rociadores y un colector secundario para cerrar la red. El colector principal estará suministrado por un puesto de control, debido a que la red de rociadores debe de encontrarse llena de agua a presión. El puesto de control deberá de estar formado por una serie de válvulas (como la de control de alarma) e indicadores de presión entre otros elementos.

El puesto de control elegido para el presente proyecto es el Sistema Húmedo Series 751 modelo PCH:

### VISTA TRIDIMENSIONAL – COMPONENTES DEL TRIM

VÁLVULA DE CONTROL DE ALARMA SERIE 751 RANURA X RANURA  
(MOSTRADOS TAMBIÉN LOS ACCESORIOS OPCIONALES)



**Figura 51.** Vista tridimensional del puesto de control seleccionado.

(Fuente: Manual de instalación, mantenimiento y pruebas de la serie 751 proporcionado por Victaulic [9])

Este tipo de sistemas está especialmente indicado para la instalación de almacenes. Para el presente proyecto se ha decidido emplear un puesto de control por cada sector de incendio, permitiendo facilitar el estado y seguimiento de los sectores y cumpliendo con lo expuesto por la norma FM-Global (la empleada para la selección de rociadores), que no pondría ninguna restricción en cuanto a la configuración elegida. De esta forma se tendría un total de 12 puesto de control.

#### 5.7.4 Sistema de tuberías

El Sistema de tuberías que se ha empleado en el proyecto (sistema de rociadores y la red de BIEs) está compuesto por tubería prefabricada de acero al carbono con soldadura (clase negra), en base a la norma UNE-EN 10217-1 y homologada FM.

La tubería tiene que estar pintada en toda su superficie exterior con pintura en polvo, de aplicación electrostática, resina de poliéster y polimerizado en horno. El espesor mínimo de la película seca tendrá que ser de 60 micras y color RAL-3000.

#### 5.7.5 Características de la red

Para hacer el diseño de la red, se ha seleccionado la tubería en acero soldado según la norma UNE-EN 10217, homologada según FM-Global y con ranuras en sus extremos. Los diámetros empleados en la red son:

Tubería	DN	Diámetro ext. (mm)	Espesor (mm) <sup>9</sup>	Diámetro interior (mm)
Red de Hidrantes	DN-300	323,9	5,6	312,7
Puesto de control	DN-300	323,9	5,6	312,7
Ramales	DN-65	76,1	3,6	68,9
Colector secundario	DN-100 <sup>10</sup>	114,3	5,6	103,1
Colector general	DN-200	219,1	4,5	210,1

**Tabla 13.** Características de la red hidráulica  
(Fuente: Elaboración propia)

La entrada de la red al edificio se realiza a través de la red de hidrantes, entrando directamente al puesto de control del sistema de rociadores en cada uno de los sectores y abasteciendo de esta forma a los equipos de extinción. La red de rociadores se ha seleccionado con tubería de acero con soldadura, según las especificaciones de la norma UNE-EN 10217.

La ubicación de los rociadores estará marcada por la distancia entre las correas del establecimiento, colocando los colectores de forma paralela a las correas mediante una soportación adecuada (por ejemplo, soportes tipo pera o SP-02). La distancia de los rociadores a las correas se ha marcado en torno a los 180-200 mm, pero estará pendiente de ajustar en obra. Esto permitirá no exceder la distancia máxima vertical desde el elemento térmico del rociador hasta el techo y respetar el resto de las distancias marcadas en las especificaciones de la normativa FM (apartado 5.5.4).

La distribución de la red de rociadores y sus elementos se encuentra en el Plano nº6 ‘PCI-Sistema de rociadores’.

## 5.8 Diseño de la red hidráulica del sistema de BIEs

Para la ubicación del sistema de BIEs se tienen que cumplir todos los requisitos marcados por el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI-Real Decreto 513/2017). Los requisitos que aplican al presente proyecto son:

- Altura máxima sobre el nivel del suelo de 1,50 m y espacio libre de obstáculos alrededor para facilitar el acceso y su uso.
- Distancia máxima de 5 m de las salidas del sector de incendio (medida sobre un recorrido de evacuación).
- Distancia máxima entre las BIEs de 50 m.
- La red de BIE debe garantizar durante una hora el caudal descargado por las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, a una presión dinámica entre 300 kPa (3 kg/cm<sup>2</sup>) y 600 kPa (6 kg/cm<sup>2</sup>).
- La red de BIEs estará formada por BIEs de 45 mm (indicado por la norma en el apartado 9.2 del Anexo III del RSCIEI mencionado anteriormente)
- Para la puesta en servicio deben realizarse pruebas de estanqueidad y de resistencia mecánica, sometiendo a la red de BIEs a una presión de 15 bar durante un tiempo de 3 horas (la presión de prueba debe ser superior a 5 bar según define la normativa UNE 23500 en el apartado 8.1).

Para el diseño de la red de BIEs se utilizará un predimensionamiento por velocidad. Este modelo de aproximación es utilizado frecuentemente para conocer cómo se va a comportar el fluido dentro de un rango de velocidades considerado aceptable. De esta forma, si la velocidad es elevada, la pérdida de carga será mayor y

<sup>9</sup> Se ha tenido en cuenta el espesor más desfavorable entre las normas ISO 4200, UNE-EN 10255, UNE-EN 10216 y UNE-EN 19050

<sup>10</sup> Se tuvo en cuenta en primer lugar un diámetro DN-80 pero se alcanzaban velocidades superiores a los 10 m/s en este punto de la red.

seguirá una tendencia de forma exponencial conforme aumente la velocidad. Por otro lado, una velocidad muy reducida será indicador de que se han seleccionado unos diámetros excesivamente grandes, lo que conlleva un mayor coste en materiales y otros equipos que pueden encarecer el proyecto de forma innecesaria. La expresión que se ha utilizado es la siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{3600v} * \frac{4}{\pi}} \rightarrow V \left[ \frac{m}{s} \right] = \frac{Q \left[ \frac{m^3}{h} \right] * \frac{1 h}{3600 s}}{\pi * \left( \frac{D[mm]}{2} * \frac{1 m}{1000 mm} \right)^2}$$

De esta forma, fijando dos de los tres parámetros que se emplean en el cálculo (caudal, velocidad y diámetro interior), se obtiene el tercero. El caudal de las BIEs se calcula a partir de los 200 L/min a 3.5 bar de presión en punta de lanza que es capaz de suministrar una BIE de 45 mm según la normativa. Para la velocidad se establece un valor de 2 m/s para ponernos en un caso desfavorable, debido a que en el caso del agua el valor más común en este tipo de cálculos es 3 m/s.

Con estos valores, el diámetro interior obtenido es de 65.147 mm. Esto define una red de tuberías de acero soldada normalizada según UNE-EN 10217 y DN 65 mm (diámetro interior superior a la limitación).

### 5.8.1 Elementos de la red de BIEs

La red de BIEs del establecimiento objeto de estudio, se ha diseñado con bocas de incendio de 45 mm para las naves y una red de tuberías aéreas de acero soldada<sup>11</sup>. El sistema de bocas de incendios debe de estar compuesto por todos sus elementos necesarios, por tanto, cada armario deberá de disponer de la llave de paso necesaria, devanera, manguera y lanza.

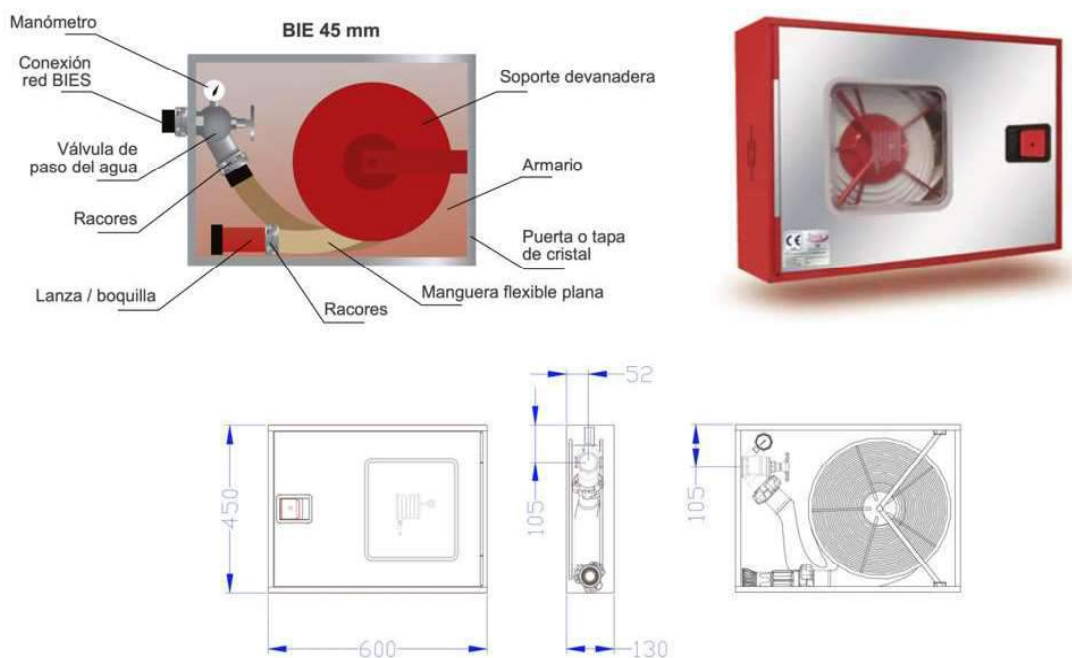
Por otro lado, para garantizar el abastecimiento de agua necesario y la presión en cada uno de los equipos, se dispondrá de un puesto de control reducido que permitirá sectorizar la red, aislándola del resto de sistemas de protección contra incendios.

#### 5.8.1.1 BIE

El modelo elegido es una BIE 45 mm con manguera plana de 20 m, armario rojo y puerta en acero inoxidable. Las características de sus elementos son:

- Armario de chapa de acero con dimensiones 450 x 600 x 130 mm y puerta con visor.
- Devanadera de radios, con 370 mm de diámetro.
- Latiguillo de alimentación entre la válvula y devanadera.
- Lanza de 3 efectos (chorro, pulverización cónica y cierre) y un diámetro equivalente de 13 mm.
- Válvula tipo globo de presión máxima admisible de 20 bar.
- Manómetro de esfera, con diámetro de 50 mm.
- Racores según norma UNE 23400-2.

<sup>11</sup> Tubería de acero soldada normalizada según UNE-EN 10255.



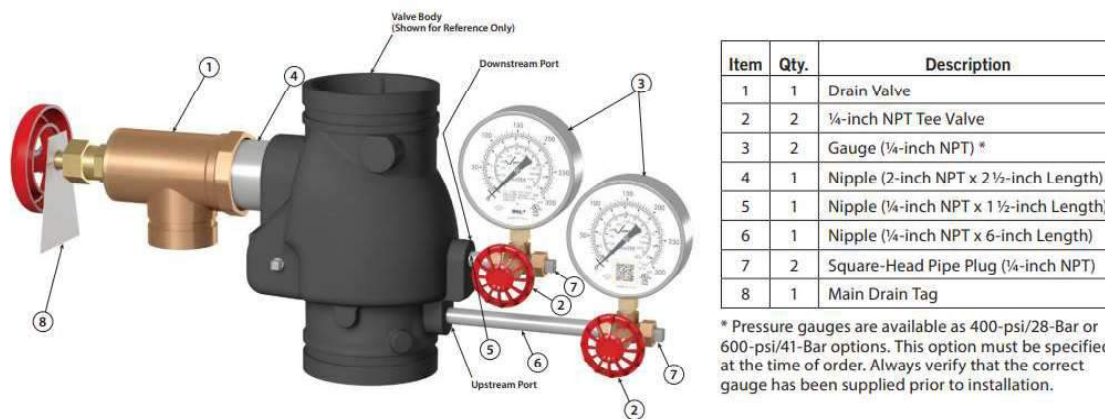
**Figura 52.** Imágenes y medidas del modelo de BIE seleccionado  
(Fuente: Web del proveedor – www.extinhouse.es)

El número de BIE y su ubicación se encuentra mostrado en el Plano N°7 ‘PCI-Red de BIEs-Extintores’.

### 5.8.2 Puesto de control reducido

La acometida de la red de BIEs será similar a la que se realiza para la red de rociadores, realizándose una entrada a cada nave a excepción de la nave 1 que dispondrá de dos entradas (una para cada dos sectores de incendios). De esta forma, la entrada de la red de BIEs irá en paralelo a la entrada de la red rociadores, conectando directamente con un puesto de control reducido. Este puesto de control reducido (o simplificado) permitirá diferenciar la red de BIEs del resto de sistemas de protección, garantizando de esta forma el caudal y la presión necesarias.

Los elementos básicos con lo que deberá de contar el puesto de control elegido son un interruptor de flujo, un manómetro y vaciado, una válvula antirretorno y una válvula mariposa. El equipo seleccionado dispone de una válvula de retención de alta presión FireLock Serie 717R:



**Figura 53.** Puesto de control seleccionado  
(Fuente: Ficha técnica del fabricante Vitalic [10])

Tamaño		Dimensiones - Pulgadas/mm													Peso unitario aprox.
Tamaño nominal Pulgadas/mm	Diámetro exterior real Pulgadas/mm	E-E A	B	C	D	E	F	H	J	K	L	M	N	Lbs. kg.	
4	4,500	9,63	6,25	4,00	3,75	14,25	6,88	6,70	10,45	11,25	2,00	2,00	5,25	28,0	
100	114,3	245	159	102	95	362	175	170	265	286	51	51	133	12,7	
5	5,563	10,50	6,50	4,25	3,75	14,75	7,38	7,37	11,87	12,75	2,15	1,88	5,25	35,0	
125	141,3	267	165	108	95	375	188	187	302	324	55	48	133	15,9	
139,7 mm	5,500	10,50	6,50	4,25	3,75	14,75	7,38	7,37	11,87	12,75	2,15	1,88	5,25	35,0	
	139,7	267	165	108	95	375	188	187	302	324	55	48	133	15,9	
6	6,625	11,50	7,63	5,38	3,75	15,50	8,03	7,70	12,20	13,00	2,38	2,13	5,25	46,0	
150	168,3	292	194	137	95	394	204	196	310	330	61	54	133	20,9	
165,1 mm	6,500	11,50	7,63	5,38	3,75	15,50	8,03	7,70	12,20	13,00	2,38	2,13	5,25	46,0	
	165,1	292	194	137	95	394	204	196	310	330	61	54	133	20,9	
8	8,625	14,00	8,25	6,00	3,75	16,38	9,00	8,85	12,75	13,50	2,15	2,88	5,25	72,0	
200	219,1	356	210	152	95	416	229	225	324	343	55	73	133	32,7	

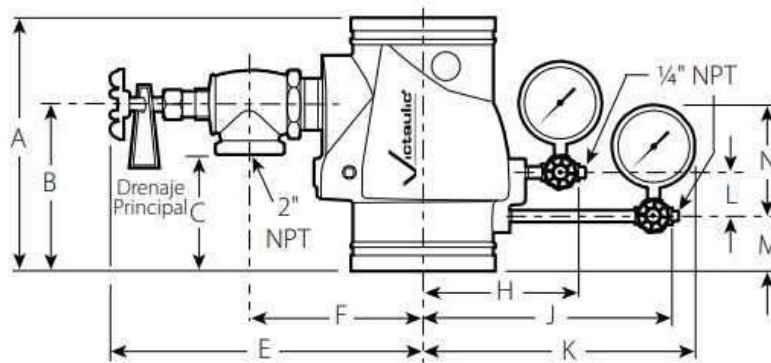


Figura 54. Medidas del equipo seleccionado  
(Fuente: Ficha técnica del fabricante Vitaulic [10])

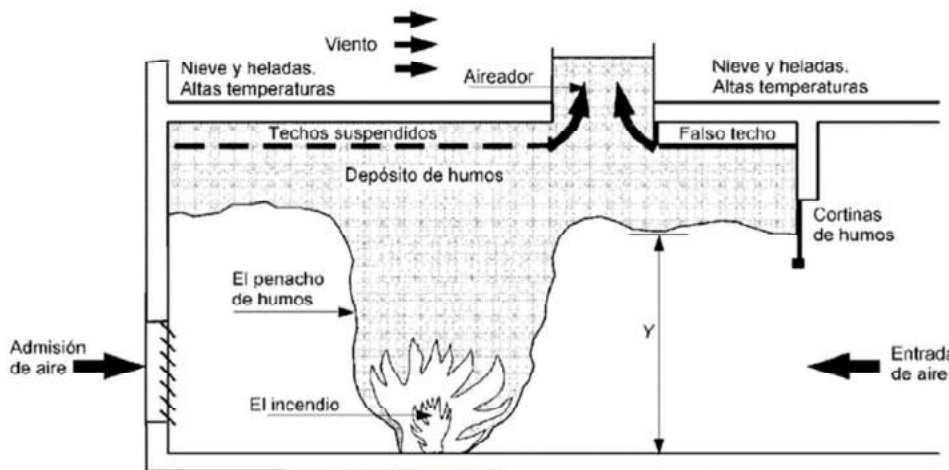
### 5.9 Diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor

Según indica el RSCIEI, el diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo con la norma UNE 23585. Estos sistemas, comúnmente denominados SCTEH (Sistemas de Control de Temperatura y Evacuación de Humos), son medios de protección que limitan los efectos del humo y los gases, creando zonas libres de humos para facilitar la evacuación y evitando posibles efectos térmicos negativos sobre el establecimiento.

#### 5.9.1 Normativa aplicable al sistema de control de humos y calor

Según la norma UNE 23585, para proyectos en los que el humo asciende directamente al depósito de humos, se deben considerar las regiones de diseño definidas en los apartados que van del 5.2.2 al 5.2.8 de la norma. Estos apartados quedan resumidos en la figura 5.1 del apartado 5.2.1 de la misma:





**Figura 55.** Regiones de diseño para grandes espacios de volumen simple (Figura 5.1 del apartado 5.2.1 de la norma UNE 23585)

Los parámetros a tener en cuenta para la tasa de calor liberado deben seguir las tablas indicadas según el apartado 6.1.2 de la norma UNE 23585. En el presente proyecto se tendrá en consideración la tabla 1.4:

Edificio de almacenamiento en altura.			
Almacenamiento con productos en estanterías (w = anchura de la estantería) (h = altura de la estantería) $(x = 2/3 \cdot h \cdot \text{tangente } 15^\circ = 0,18 \cdot h)$ SILOS: (w = anchura de la estantería, para el cálculo, máximo 3 m) (Y = altura de libre de humo) $(x = Y \cdot \text{tangente } 15^\circ = 0,27 \cdot Y)$ $Y \geq 2/3h$			
	Área de incendio (A <sub>i</sub> ) m <sup>2</sup>	Perímetro del incendio (P) m	Flujo de calor liberado (q <sub>f</sub> ) kW / m <sup>2</sup>
- Rociadores de techo, independientemente de su tipología	$4/3h (w + x)$	$2 (w + 4x)$	q <sub>f</sub> (bajo) = 250 q <sub>f</sub> (alto) = 625
- Rociadores intermedios	$2/3h (w + x)$	$w + 4x$	
- Sin rociadores	81	36	q <sub>f</sub> (bajo) = 250 q <sub>f</sub> (alto) = 1 250

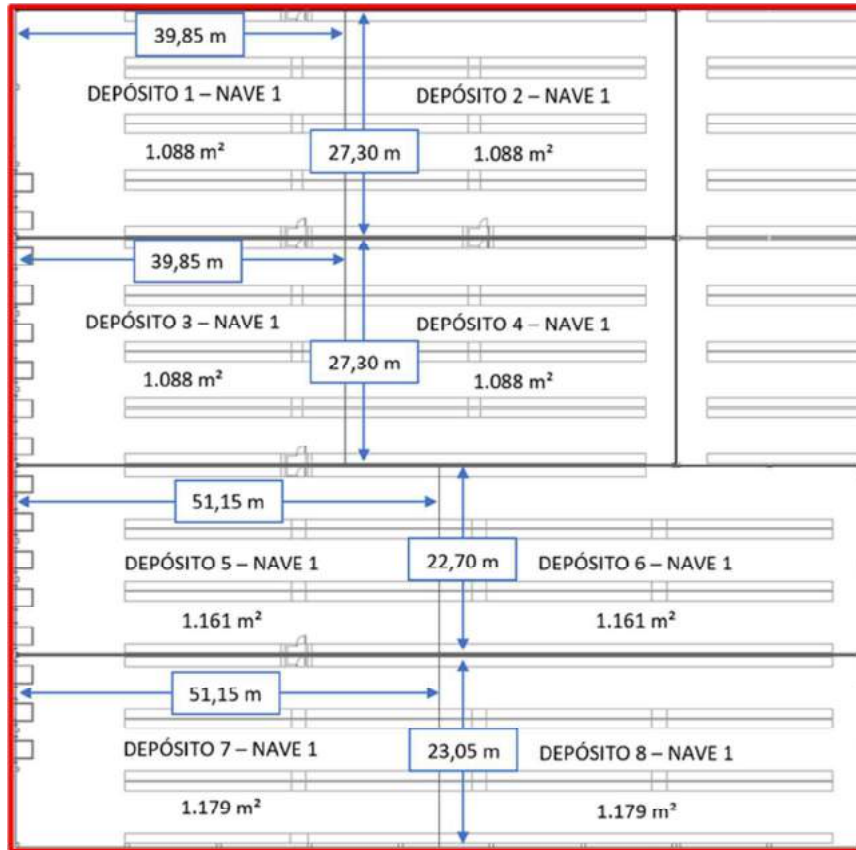
**Figura 56.** Modelo de incendio de diseño para edificios de almacenamiento (Tabla 1.4 del apartado 6.1.2 de la norma UNE 23585)

En referencia a los requisitos marcados por la normativa (UNE 23585), el presente proyecto cumple todos los apartados. A modo de resumen:

- Altura libre de humos de 11,5 m, cumpliendo los 0,5 m de altura limpia de humos por encima de la altura de almacenamiento y superando los 2,5 m de altura mínima (requisitos definidos en el apartado 6.2.2).
- Superficie de los depósitos de humos menores a 2.000 m<sup>2</sup> (apartado 6.6.2.6).
- Máxima longitud de los depósitos de humos (eje mayor) menor a 60 m (apartado 6.6.2.8).

- Depósitos adyacentes entre sí, facilitando la admisión de aire a través del depósito de humos colindante con aireadores naturales (apartado 6.8.1).
- Empleo de cortinas de humos fijas entre los depósitos (apartado 6.9) para cumplir con los apartados anteriores.

Las medidas empleadas en el proyecto para justificar los requisitos de diseño para los depósitos de humos están recogidas en el Plano N°5 'PCI-Sistemas de control de humos y calor'. A modo de ejemplo, la nave 1 presentaría la siguiente distribución:



**Figura 57.** Depósitos de humos y medidas en la nave 1  
(Fuente: Elaboración propia)

Para los valores presentados en la **Figura 56**, que hace referencia a los parámetros que se deben emplear para el modelo de incendio (norma UNE 23585), se obtienen los siguientes valores:

- Anchura de las estanterías: 2,4 m.
- Altura de almacenamiento: 11 m  $\rightarrow x = 1,98$ .
- Área de incendio ( $A_f$ ): 64,24 m<sup>2</sup>.
- Perímetro del incendio (P): 20.64 m.

### 5.9.2 Número de exutorios necesarios

Con estos datos, se puede calcular el número de exutorios necesarios en función de las dimensiones de los sectores de incendio. De forma general, el procedimiento aplicado es:

- 1) Masa de humos generada

$$M_f = C_e * P * Y^{3/2} = 151.3 \text{ kg} * \text{s}^{-1}$$

Donde  $C_e = 0.188$  es el coeficiente aplicado según la norma (apartado A.1 del Anexo A de la norma UNE 23585).

Este cálculo se puede aplicar debido a que  $Y \leq 10 * [A_f]^{0.5}$

2) Calor liberado

Según la normativa “*Se debe tomar el valor inferior de calor liberado ( $q_{f(bajo)}$ ) para el cálculo de la superficie aerodinámica de descarga ( $A_v$ )*”

$$q_{f(bajo)} = 250 \text{ kW/m}^2$$

3) Calor convectivo

$$Q_f = 0.8 * (q_f * A_f) = 12848 \text{ kW}$$

4) Incremento de la temperatura media de los gases de humos sobre la temperatura ambiente ( $\Theta$ )

Este valor vendría determinado por la expresión:

$$\Theta = \frac{Q_f}{c * M_f}$$

Donde

$c$  Calor específico del aire a presión constante (kJ/kgK).

Pero como se dispone de un sistema de rociadores automáticos, su expresión se puede sustituir por:

$$\Theta = T_{ROC} - T_{amb}$$

Donde

$T_{ROC}$  Temperatura de disparo de los rociadores, proporcionada por la ficha técnica del rociador escogido.

$T_{amb}$  Temperatura ambiente considerada en 293.13K (20°C).

5) Superficie aerodinámica de evacuación por sector de humos

$$A_v C_v = \frac{M_f}{\rho_{amb}} * \frac{\left[ T^2 + \left( \frac{A_v C_v}{A_l C_l} \right)^2 * T_{amb} * T \right]^{\frac{1}{2}}}{(2 * g * d_l * \Theta * T_{amb})^{\frac{1}{2}}} = 58,67 \text{ m}^2$$

Donde

$d_l$  Profundidad de la capa de humos en m (debajo del punto de extracción). Calculado como la altura media al punto medio de extracción menos altura libre de humos ( $Y$ ).

$\rho_{amb}$  1,204 kg/m<sup>3</sup> para una temperatura ambiente de 20°C.

$g$  9,81 m/s<sup>2</sup>.

$T_{amb}$  Temperatura ambiente considerada en 293.13K (20°C).

$\Theta$  Incremento de la temperatura de gases. Calculada como la temperatura de disparo de los rociadores ( $T_{ROC}$ ) menos la temperatura ambiente considerada.

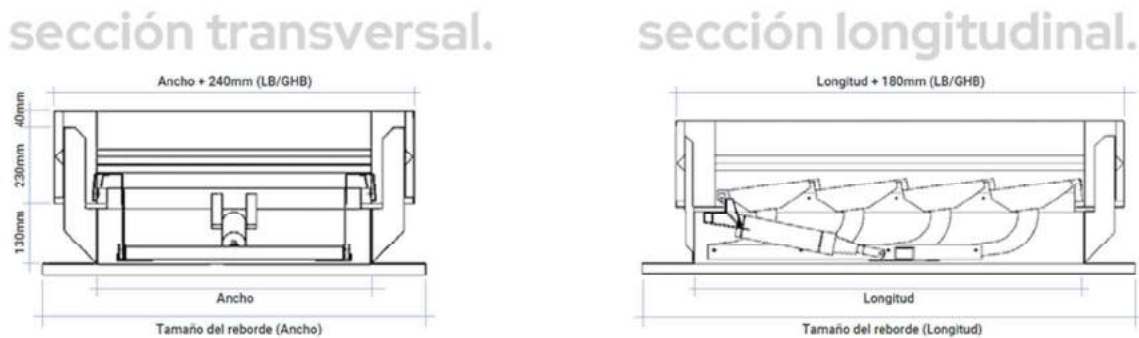
$T$  Temperatura promedio de la capa de humos (K).

- $A_v$  Superficie geométrica libre de los exutorios de extracción de humos en  $m^2$ .
- $C_v$  Coeficiente de descarga de un aireador natural.
- $A_i$  Superficie geométrica libre de las entradas de aire en  $m^2$  (admisión).
- $C_i$  Coeficiente de descarga para una entrada de admisión.

El cociente  $A_v C_v / A_i C_i$  es la relación de las superficies de admisión y la superficie aerodinámica de los exutorios (extracción). Como se ha definido en el proyecto la admisión de aire por el depósito adyacente (de características similares), la superficie de admisión debe ser igual a la superficie de extracción, proporcionando un valor de 1 a dicho cociente.

#### 6) Número de exutorios por sector de humos

El modelo de exutorio elegido es el Eura Excellent 240-17/LB/M24V/F5. Este modelo es un aireador de 17 lamas con una anchura de 2400 mm y una longitud de 3800 mm, con base baja aislada y un motor de operación a 24V.



**Figura 58.** Características técnicas del exutorio seleccionado  
(Fuente: hoja de producto del fabricante [11])

Este modelo proporciona una superficie geométrica del aireador de  $9,12 m^2$  (Largo x Ancho). Según el fabricante el modelo presenta un coeficiente aerodinámico ( $C_v$ ) de 0.65.

Estos valores proporcionan una superficie aerodinámica por cada exutorio de  $5,93 m^2$ . Dividiendo la superficie aerodinámica de cada sector de humos calculada anteriormente entre este valor, se obtiene que el número de exutorios en cada depósito de humos es 10, teniendo un total de 240.

En el anexo de Cálculos, aparecen los valores empleados en las distintas ecuaciones descritas.

### 5.9.3 Barreras de humo

Para el diseño del sistema de control y evacuación de humos se tiene que tomar una decisión para la delimitación de los depósitos de humo y cumplir con lo expuesto en el apartado anterior 5.9.1 “Normativa aplicable al sistema de control de humos y calor”. Esta delimitación se realizará con barreras sectorizadoras de humo, las cuales deben de estar certificadas, homologadas y tienen que garantizar una canalización de humos segura.

Por las características del establecimiento, y debido a que gracias a la altura no hay necesidad de integrarla en la construcción u ocultarla, se ha optado por emplear barreras de humo fijas que respeten la altura libre de humos deseada. Este tipo de barreras está indicado para aquellos establecimientos industriales que no necesitan mantener una estética visual y en los que no es preciso disponer de un dispositivo automático para ocultar la barrera porque condicione la actividad del mismo. Estas barreras se pueden adaptar a los espacios permitiendo salvar vigas, conductos o elementos que puedan sobresalir de la instalación.

El modelo elegido para el proyecto es Tecnitex SSB DH-60/DA-150, el cual está elaborado en fibra de vidrio clase E, recubierto con poliuretano retardante al fuego por ambas caras, el recubrimiento proporciona una alta

impermeabilidad al humo. Estos materiales garantizan una fibra textil impermeable al humo y los gases, siendo resistente a altas temperaturas (garantizando los 600 °C durante 150 minutos) y certificando el cumplimiento de la norma EN 12101:1 (Sistemas para el control de humo y de calor. Parte 1: Especificaciones para barreras para control de humo).



**Figura 59.** Ejemplo de una barrera de humo fija en un establecimiento logístico  
(Fuente: Web del distribuidor APSFIRE – [www.apsfire.es](http://www.apsfire.es))

## 5.10 Selección de los dispositivos de control

Para poder realizar una correcta gestión de los sistemas de detección elegidos, se necesitará disponer de una instalación que garantice la monitorización y el control de los diferentes sectores.

### 5.10.1 Central de detección

Dispositivo también conocido como “Módulo de Control” Para gestionar el control de la instalación de las protecciones contra incendios se ha elegido la central analógica ID3000 de Notifier. Este tipo de central se modular microprocesada analógica y algorítmica, permitiendo monitorizar y controlar de forma individual los diferentes elementos del sistema. Además, dispone de 2 lazos de detección y es ampliable a 8, permitiendo además trabajar en red con otras centrales ID3000. Por tanto, se empleará una central por cada una de las naves.



#### Características técnicas

Alimentación nominal	230 Vac
Frecuencia nominal	50 Hz
Consumo nominal	1,6 A
Corriente en alarma	3
Tensión de salida	26 ... 28 Vcc
Corriente de salida	máx.0,15 A
Salida del lazo analógico	22,5 ... 26,4 Vcc / 0,5 A (consulte el programa de cálculo de baterías y de lazo)
Temperatura de funcionamiento	-5 °C ... 45 °C
Humedad relativa	5 ... 95 % (no condensada)
Índice de protección	IP 30
Peso	aprox. 14 kg (sin baterías)
Dimensiones	A: 500 mm H: 400 mm F: 153 mm
Certificado	0786-CPD-20878; EN 54 parte 2 y 4

**Figura 60.** Central de detección seleccionada y sus características  
(Fuente: Web del proveedor Notifier – [www.notifier.es](http://www.notifier.es))

### 5.10.2 Módulos de entrada/salida

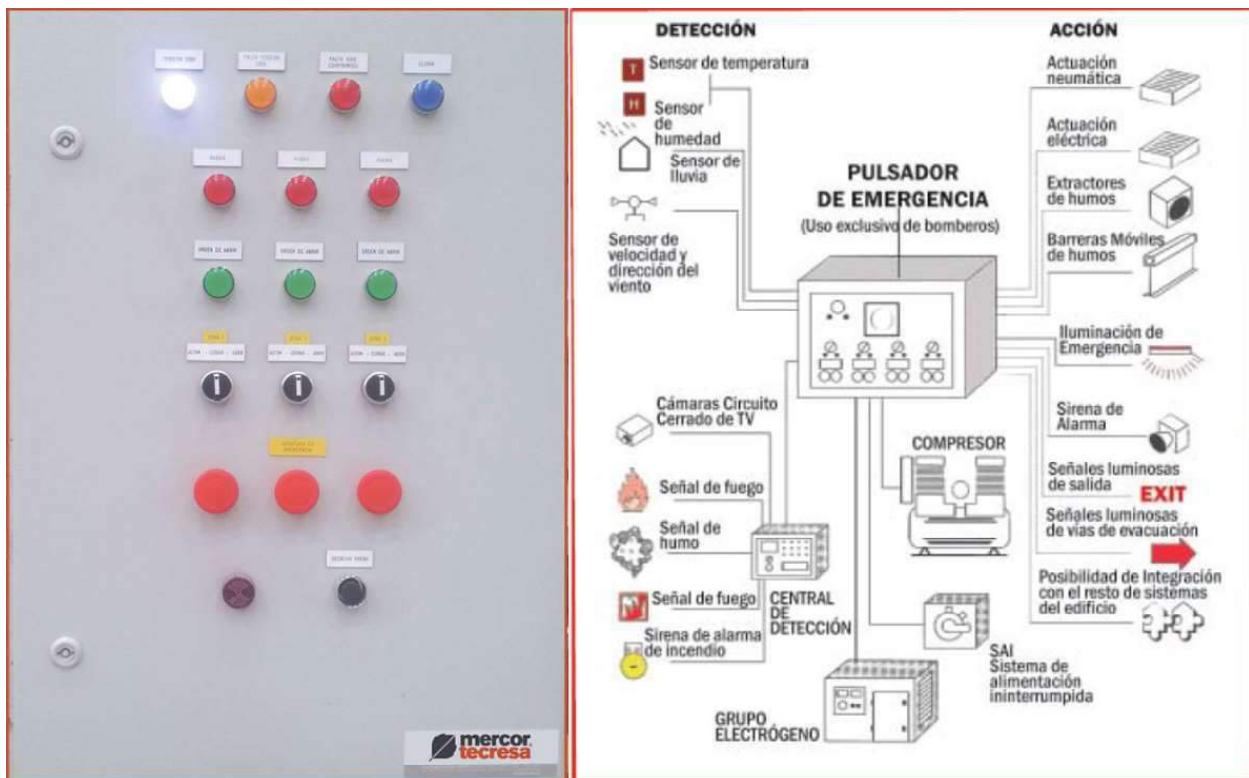
Estos módulos se instalarán en el lazo de detección con el objetivo de direccionar las entradas y salidas proporcionadas por los diferentes equipos. Los módulos empleados son:

- Módulo monitor de 1 entrada (Modelo M710E).
- Módulo monitor de 2 entradas (Modelo M720E).
- Módulo monitor de 10 entradas (Modelo NFXI-MM10).
- Módulo de control de salida (Modelo M701E).

### 5.10.3 Sistema de control de exutorios

Sistema de control y gestión para las instalaciones ventilación natural (exutorios). Este elemento dispone de un autómata (PLC) programable que controla la apertura y el cierre de los equipos y permite la interconexión con el sistema de detección. También cuenta con pulsadores manuales (por si el sistema de detección no funcionara correctamente) permitiendo el control de los equipos por zonas independientes.

Se implementará un sistema de control en cada una de las naves, el cual alimentará de forma independiente a todos los exutorios de cada sector de incendio. Esto facilitará el control sobre los sistemas de control de humos y garantizará el consumo eléctrico para un correcto accionamiento (se puede observar la disposición de los equipos en el Plano N°5 ‘PCI-Sistemas de control de humos y calor’). Adicionalmente, el sistema de control cuenta con un sistema de alimentación ininterrumpida para garantizar el suministro en caso de emergencia.



**Figura 61.** Ejemplos de sistemas de control de exutorios del proveedor seleccionado para el proyecto (Fuente: Web del proveedor mercortecresa – [www.mercortecresa.com](http://www.mercortecresa.com))

## 5.11 Selección de los sistemas de alumbrado de emergencia

El sistema de alumbrado de emergencia se ha proyectado a lo largo de toda la zona de almacenamiento, distribuyéndose de forma que los luxes proyectados sobre las vías de evacuación sea de al menos cinco (lo establece el RSCIEI en el apartado 16.3 del Anexo III). La instalación será fija, dispondrá de una fuente propia

de energía que garantice el alumbrado de emergencia durante 1h al 100% de la tensión nominal y estará colocada a una altura de al menos 2 metros.



**Figura 62.** Ejemplo de alumbrado de emergencia

(Fuente: Guía básica de Atelec S.A - <http://atelecsa.com/guia-basica-de-alumbrado-de-emergencia/> )

## 5.12 Selección de la señalización

### 5.12.1 Recorridos de evacuación

La señalización se ha diseñado de acuerdo al CTE y a lo reflejado en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. Por otro lado, las señales utilizadas están definidas en el Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (CTE DB-SI), lo cual implica utilizar señales de ubicación basadas en la norma UNE 23034. Un resumen de estas señales aplicadas al proyecto es:

- Rotulo de “SALIDA” en las salidas del establecimiento, señalizando correctamente las barras antipánico de las mismas.



Fig. 1 – Pictograma A2 (P-A2)

Fig. 2 – Señal literal (S.L.-1)

Tabla 1

SEÑAL	FORMA	Medidas (mm)			
		Según la distancia máxima de observación d (m)			
			d ≤ 10	10 < d ≤ 20	20 < d < 30
Pictograma A2 (P-A2)	Cuadrado	H =	224	447	670
Señal literal (S.L.-1)	Rectángulo	l =	297	420	594
		h =	105	148	210
		l <sub>1</sub> =	240	340	480
		h <sub>1</sub> =	60	85	120

**Figura 63.** Características de la señalización de salidas habituales

(Fuente: Apartado 3.1.1 de la norma UNE 23034)

- Rotulo de “Salida de emergencia” en cualquier salida destinada a usarse en caso de emergencia, señalizando las barras antipánico de las mismas.

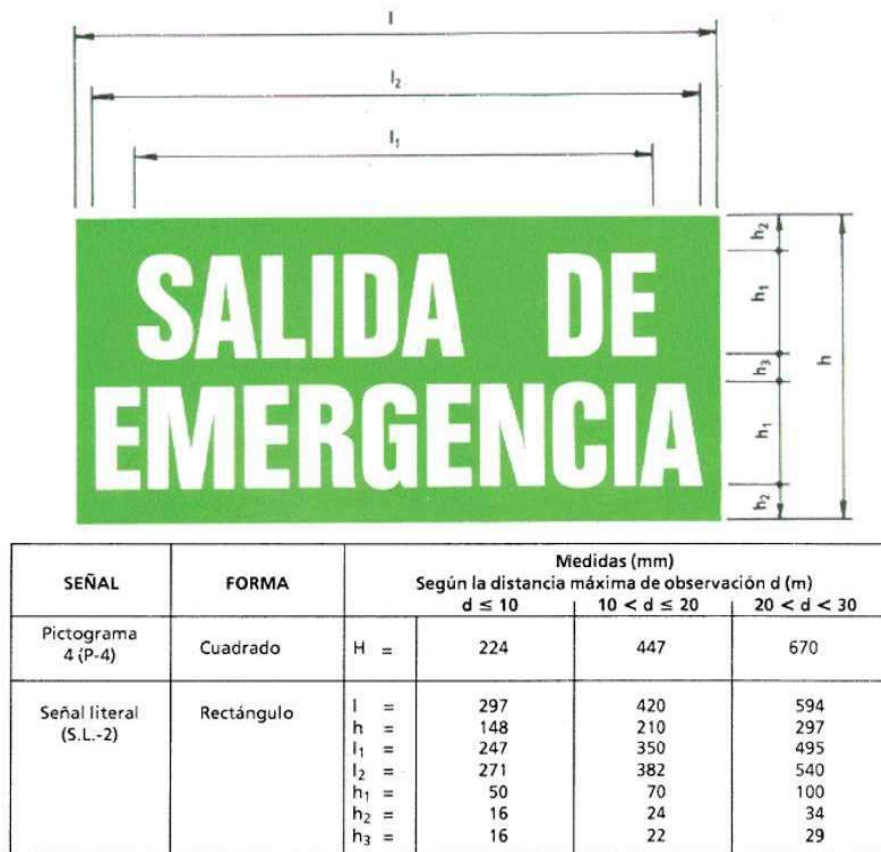


Figura 64. Medidas de la señalización de las salidas de emergencia (Fuente: apartado 3.1.2 de la norma UNE 23034)

- Señales de dirección indicando el sentido de los recorridos de emergencia, evitando errores en bifurcaciones de pasillos, cruces o escaleras.

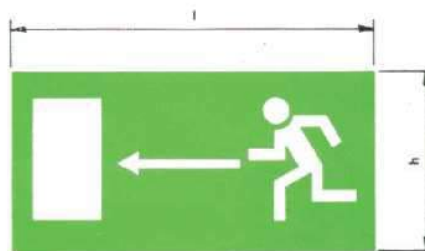


Fig. 7 – Pictograma A1 (P-A1)

Tabla 3

SEÑAL	FORMA	Medidas (mm)			
		Según la distancia máxima de observación d (m)			
		d ≤ 10	10 < d ≤ 20	20 < d < 30	
Pictograma A1 (P-A1)	Rectangular	l h	320 160	632 316	948 474

Figura 65. Medidas de la señalización de dirección hacia las salidas de emergencia (Fuente: apartado 3.2.2 de la norma UNE 23034)

- Rotulo de “Sin salida” en las puertas que no sean salida y puedan inducir a error en los recorridos de evacuación, como indica la norma UNE 23033. En ningún caso podrá ir el rotulo sobre las hojas de las puertas.



Se emplearán señales fotoluminiscentes para ser visibles en caso de fallo en el alumbrado. Estas señales deben cumplir con las características de emisión luminosa establecidas en la norma UNE 23035.

La instalación de las señales se hará a una altura de 2,2 m y a menos de 0,30 m del techo. Las señales de salida se instalarán en el dintel de la puerta o lo más cerca posible.

### 5.12.2 Equipos de protección contra incendios

El proyecto contempla la señalización de todos los medios manuales de protección contra incendios (extintores, pulsadores de alarma y BIEs) con señales de PVC fotoluminiscente. Se han elegido las señales recogidas en la norma UNE 23033-1:2019. Algunas de las señales definidas en la norma son:



**Figura 66.** Ejemplos de la señalización para los equipos PCI definida en la norma UNE 23033-1 (Fuente: norma UNE 23033-1:2019)



# ANEXO I

## PLIEGO DE CONDICIONES

---

Este documento contiene las condiciones necesarias relativas a la Protección Contra Incendios, que acompañaría al Pliego de Condiciones Generales del proyecto completo. El objetivo es fijar unas normas de montaje de los equipos especificados en el proyecto, junto con sus características técnicas y condiciones particulares.

Los equipos y el tipo de material seleccionado para las instalaciones se corresponderán con el de mayor calidad posible, acreditando el cumplimiento de la normativa de seguridad establecida y mencionada en el Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

### 1 Sistema de abastecimiento de agua contra incendios

Los elementos relativos al sistema de abastecimiento de agua contra incendios tienen que cumplir con lo expuesto en las normas UNE 23500, UNE-EN 12845 y FM Global (Datasheet 8-9), además de lo estipulado en el RSCIEI y el RIPCI. Otras normativas a tener en cuenta son la regla técnica RT2-ABA (Regla técnica para abastecimientos de agua contra incendios de CEPREVEN) o la documentación específica que aporten el cliente o el fabricante.

Por otro lado, el sistema de abastecimiento debe cumplir las siguientes indicaciones:

- No debe verse afectado por condiciones climatológicas que afecten al caudal o a su efectividad, tales como heladas o sequías.
- No debe contener agua contaminada o con partículas en suspensión, salvo que esté contemplado en el diseño expresamente.
- No debe ubicarse en zonas donde coexista con procesos de alta peligrosidad o riesgos de explosión.
- Se debe respetar la categoría del abastecimiento y el tipo de depósito definido según la normativa.

#### 1.1 Equipos de bombeo principales

El grupo de bombeo está compuesto por tres bombas principales (dos de tipo diésel y una eléctrica) y una bomba de presurización auxiliar (jockey). El grupo de bombeo irá acompañado de todo el material necesario para su correcto funcionamiento y monitorización, esto es, cuadros eléctricos, presostatos, colectores, etc. El diseño, construcción y montaje del grupo de bombeo y todos los elementos y equipo necesarios se realizará en base a la norma UNE 23500 y la regla Técnica RT2-ABA de CEPREVEN.

El grupo de bombeo principal debe garantizar el suministro de los caudales y presiones nominales de diseño obtenidos para los diferentes sistemas contra incendios. La curva característica del equipo de bombeo tiene que cumplir con los siguientes requisitos:

- La presión máxima no debe ser superior al 130% de la presión nominal de diseño a caudal cero, sin superar en ningún momento los 12 bar.
- La presión nunca será inferior al 70% de la presión nominal de diseño cuando el caudal sea el 140% del nominal.
- Se superará en al menos un 10% el caudal del punto del 140% para el punto de caudal de final de curva.
- La curva tiene que ser estable y de sentido descendente en todo su trazado, sin superar en ningún punto de la curva la presión correspondiente a caudal cero.
- El motor del equipo de bombeo debe diseñarse para la potencia máxima absorbida por el equipo al final de la curva.

- El NSPH (altura neta positiva de aspiración) tiene que ser superior al requerido por el equipo de bombeo en cualquier punto de la curva de funcionamiento.

La tubería de aspiración debe mantenerse libre de aire, instalando los accesorios necesarios para permitir la salida de aire por la parte superior del cuerpo de la bomba si fuera necesario. En cuanto a las condiciones de aspiración para las bombas, estas serán positivas (bombas en carga) y la tubería de aspiración se dimensionará para una velocidad máxima de 1,8 m/s. En caso de emplear reducciones, estas no deberán ser mayor al diámetro nominal de tuberías.

El conjunto motor-bomba se instalará sobre una bancada metálica cuyos perfiles deberán de estar normalizados. La bancada deberá ir anclada sobre una solera de hormigón que permita la correcta nivelación de todo el conjunto, mediante pernos de sujeción.

Los grupos principales arrancarán automáticamente por caída de presión (presostato), y la parada será siempre manual.

## 1.2 Equipo de bombeo auxiliar (Jockey)

La bomba auxiliar Jockey será multietapa vertical de una entrada con base y soporte motor en hierro fundido. El cuerpo intermedio, los impulsores y la camisa exterior serán de acero inoxidable, con estanqueidad por cierre mecánico para el eje. El caudal de suministro es 6,13 m<sup>3</sup>/h, superior al 2% del caudal nominal de diseño del grupo principal, a una presión de 116,98 mca (más de 0,5 bar por encima de la nominal).

El resto de las características técnicas de este equipo se encuentra en la ficha técnica del grupo de presión proporcionada por el proveedor EBARA.

## 1.3 Motores eléctricos

El motor eléctrico, que acciona la bomba principal eléctrica del grupo de bombeo, es asíncrono, trifásico de 2 polos, aislamiento de clase F y protección IP-55 (el mínimo exigido es IP-54). La potencia nominal del motor es de 132 kW, superior a la potencia máxima absorbida por la bomba y de servicio continuo S-1.

El resto de las características técnicas de este equipo se encuentra en la ficha técnica del grupo de presión proporcionada por el proveedor EBARA.

## 1.4 Motores diésel

Las dos bombas principales diésel, son de tipo estacionario (no se admiten los de tipo automoción) y con capacidad para funcionar de forma continua a plena carga de acuerdo con la potencia neta nominal definida en la norma ISO 3046. Tienen una potencia nominal de 132 kW, superior a la potencia máxima absorbida por la bomba y disponen de refrigeración mediante un intercambiador de calor agua-agua. El depósito de combustible cuenta con válvula de vaciado, filtro y visor de nivel. Además, el depósito deberá estar instalado en la parte superior del motor con una bancada independiente (nunca encima del motor).

Contarán con una salida de humos al exterior de la sala de bombas con una conexión flexible, de sección suficiente y con malla de protección antipájaros al final. El material a emplear para dicha salida de humos será acero inoxidable AISI-316 y acabado en chapa de acero inoxidable o aluminio de 0,6 mm para el interior de la sala de bombas.

El resto de las características técnicas de este equipo se encuentra en la ficha técnica del grupo de presión proporcionada por el proveedor EBARA.

## 1.5 Sistema de arranque

El sistema de arranque estará formado por un depósito hidroneumático con un doble juego de baterías (manual y automático) para cada bomba. Cada depósito dispone de una bancada metálica, válvulas de corte y antirretorno, con tes de derivación para presostatos de arranque. Una vez producida la orden de arranque, el grupo de bombeo deberá de entrar en funcionamiento en un plazo de 30 segundos.

El resto de las características técnicas de este equipo se encuentra en la ficha técnica del grupo de presión proporcionada por el proveedor EBARA.

## 1.6 Cuadros eléctricos de control y maniobra

Los cuadros eléctricos de control y maniobra para el grupo de bombeo se construirán y diseñarán de acuerdo con las señalizaciones, alarmas contempladas y disposiciones técnicas de las normas UNE 23500, UNE-EN 12845 y la norma técnica RT2-ABA de CEPREVEN.

Todas señales contempladas por las normas e instaladas dispondrán de señalización óptica y acústica, con un cuadro de mandos independiente para cada bomba principal (el cuadro de la bomba auxiliar Jockey irá incorporado en el cuadro de mandos de la bomba eléctrica. Adicionalmente se dispondrá de un cuadro de mandos auxiliar para arranques de emergencia (uno por cada juego de baterías) con accionamiento manual para los motores diésel.

Los cuadros tienen que disponer de salidas auxiliares libres de tensión que permitan transmitir las señales y alarmas de funcionamiento de los equipos al centro de control. Deberán ir fijados sobre soportes metálicos adecuados e independientes de las bombas, montados en bancadas de perfiles laminados en acero para evitar que las vibraciones del grupo de bombeo puedan ser transmitidas. Por último, los cuadros tienen que ser de construcción estanca, montado y conexionado en fábrica con imprimación anticorrosión.

## 1.7 Válvulas

Todas las válvulas deben tener dispositivo de final de carrera, para poder indicar su estado (abierto o cerrado). Las válvulas de corte a emplear en el sistema de abastecimiento quedan recogidas en la siguiente tabla:

Elemento	Tipo de válvula
Aspiración en bombas principales	Compuerta de husillo ascendente (bridas PN-16)
Aspiración en bomba auxiliar Jockey	Bola o esfera de tipo roscada (bridas PN-30)
Impulsión en bombas principales	Mariposa con mando por reductor (bridas PN-16)
Impulsión en bomba auxiliar Jockey	Bola o esfera de tipo roscada (PN-30)
Colector de pruebas	Mariposa con mando por reductor (bridas PN-16)

**Tabla 14.** Válvulas de corte según el elemento de la red de abastecimiento  
(Fuente: Elaboración propia)

Las válvulas de retención empleadas para la impulsión en las bombas son de tipo Wafer de doble clapeta (bridas PN-16).

Para evitar el sobrecalentamiento de las bombas principales, es necesario instalar válvulas de seguridad en las impulsiones, con un diámetro mínimo de 25 mm y con funcionamiento a válvula cerrada. Estas válvulas serán regulables y su descarga será visible (conducida hasta el depósito de reserva o a un desagüe con capacidad suficiente).

## 1.8 Presostatos

Será necesaria la instalación de presostatos en el sistema de abastecimiento, siendo estos del mismo tipo, marca y modelo, con una regulación entre 1 y 16 bar sin necesidad de desmontar la carcasa de protección. Las bombas principales del sistema tendrán dos presostatos en serie para controlar la maniobra de demanda de arranque, situándose la conexión entre la válvula de conexión y la válvula de corte.

También, se dispondrá de una línea de tubería de acero galvanizado (o inoxidable) con un diámetro DN-15 mm hasta cada presostato, con una longitud superior a 1,5 m. Esta línea de tubería deberá contar con diafragma

calibrado tipo clapeta, manómetro glicerina con escala de 0-16 bar y esfera de 100 mm y una válvula de comprobación y tarado de presostato (de tipo bola).

## 1.9 Tuberías

Para el sistema de abastecimiento se aplicarán las especificaciones técnicas para el montaje de tuberías aéreas expuestas a lo largo del proyecto y las normas UNE-EN 10216 y UNE-EN 10220. Por tanto, el sistema de tuberías deberá cumplir:

- Empleo de tubería de acero negro.
- Un diámetro inferior a DN-150 mm para tuberías electrosoldadas o un diámetro superior a DN-150 mm para tuberías sin soldadura.
- Se instalarán los apoyos y soportes necesarios para garantizar la estabilidad mecánica del sistema. La distancia máxima entre los soportes ubicados a lo largo de la red de tuberías se recoge en la siguiente tabla:

Diámetro de tubería	Distancia máxima entre soportes
DN-50 mm (2")	3 m
DN-100 mm (4")	4 m
Superior a DN-100 mm (4")	6 m

**Tabla 15.** Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías del sistema de abastecimiento  
(Fuente: Elaboración propia)

- Las reducciones instaladas serán concéntricas roscadas o soldadas, quedando excluido del proyecto el empleo de reducciones hexagonales.
- Las tuberías deberán llevar una mano de imprimación antioxidante y dos manos de esmalte sintético (color RAL-3000). Ambas capas serán inferiores a 70  $\mu\text{m}$  y protegerán la tubería de corrosión.

## 1.10 Depósitos de reserva de agua contra incendios

Los depósitos de reserva de agua serán usados exclusivamente para los sistemas de protección a abastecer (rociadores, hidrantes y BIÉs), estando prohibida su conexión para otros usos.

La construcción, diseño y fabricación de los depósitos serán de acuerdo con las normas UNE 23500, UNE 12845 y RT2-ABA CATEGORÍA I TIPO A (CEPREVEN). Las dimensiones de estos les proporcionan una capacidad de 516 m<sup>3</sup> (9.36 m de diámetro y 7.8 m de altura), que está por encima de lo requerido según el cálculo hidráulico. Dispondrán de un indicador de nivel manométrico con válvula de corte y sellado de estanqueidad mediante membrana PVC. Por último, dispondrán de una escalera de acceso exterior a la cubierta del depósito, con protección anticaídas y acorde a la norma europea de seguridad.

Las características constructivas de los depósitos y sus diferentes elementos se encuentran en la ficha técnica proporcionada por el fabricante Engineered Fire Piping.

## 1.11 Pruebas

Se dispondrá de un colector de pruebas, con tubería de retorno hacia el depósito de reserva de agua. Este colector contará con medidor de caudal, capaz de medir los puntos de caudal de 50%, 100%, 140% y el final de funcionamiento de la curva para la bomba. Dicho medidor se sitúa en un tramo recto de tuberías entre las válvulas de corte.

Antes de la puesta en servicio de la instalación, y una vez realizado el montaje de tubería, valvulerías y equipos, se realizará una prueba de la red hidráulica a una presión de 15 bar durante 2 horas. En caso de detectarse alguna

fuga en la red, se subsanará y se volverá a realizar la prueba. Esto es debido a que las fugas en la red no son admitidas en el presente proyecto.

Es necesario facilitar los protocolos de inspección y pruebas de todos los equipos que se ponen en servicio.

## 2 Sistemas de rociadores automáticos

Los elementos relativos al sistema de rociadores automáticos tienen que cumplir con lo expuesto en las normativas empleadas en la realización del proyecto y que contempla el diseño, instalación y selección del sistema. Estas normas son:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).
- Norma UNE-EN 12845.
- Código NFPA 13.
- RT1-ROC.
- Datasheet 8-9 de FM Global.
- Documentación específica por parte del cliente (si fuera necesario).

### 2.1 Rociadores

Los rociadores que componen el sistema serán del tipo ESFR K25.2 (conforme al tipo aprobado por FM-UL). Al ser un rociador del tipo colgante, se podrá conectar a los ramales de distribución directamente por tener la tubería empleada en los ramales un diámetro menor a DN-80 (3"). La conexión se realizará con el deflector paralelo al suelo, con una distancia al techo máxima de 325 mm.

Las características del modelo seleccionado se encuentran en los documentos que componen el proyecto (memoria, planos, anexos, etc.), así como en la ficha técnica del proveedor VIKING, y son conforme a las normas UNE vigentes.

### 2.2 Puestos de alarma y control

El puesto de control empleado pertenece a los tipos aprobados por FM-UL, y está descrito en los documentos del proyecto. En cualquiera de los casos, los puestos de control empleados deben de disponer de:

- Válvula de retención y alarma
- Cámara de retardo
- Motor de agua
- Campana de alarma
- Presostato
- Manómetros (0-16 bar).
- Válvula de desagüe (para el vaciado total de los circuitos).
- Válvula de prueba de alarma
- Válvula de corte de alarma
- Accesorios de montaje, conexión y pruebas

La válvula principal deberá ser de tipo clapeta con tapa frontal, para poder responder ante el funcionamiento de un solo rociador y facilitar las operaciones de mantenimiento. La ubicación del motor hidráulico y la campana de alarma será en cara exterior del recinto donde se ubique el puesto de control, contando con un filtro entre el

motor y la válvula de alarma. El circuito de conexión a los elementos del puesto de control no podrá superar los 25 m, en tubería de acero galvanizado.

## 2.3 Ramales

Los ramales del sistema de rociadores se colocarán paralelos a la cubierta o al forjado del edificio y manteniendo la pendiente de estos. Esto permitirá el vaciado total de la red a través de los puntos de desagüe y la correcta limpieza y mantenimiento de la instalación. La conexión de los ramales al sistema de rociadores será a través de una entrada lateral de los colectores principales y secundarios (nunca por la parte inferior).

## 2.4 Tuberías

Para el sistema de rociadores se aplicarán las especificaciones técnicas para el montaje de tuberías aéreas expuestas a lo largo del proyecto y las normas UNE-EN 10216 y UNE-EN 10220. Por tanto, el sistema de tuberías deberá cumplir:

- Un diámetro inferior a DN-150 mm para tuberías electrosoldadas o un diámetro superior a DN-150 mm para tuberías sin soldadura.
- Se instalarán los apoyos y soportes necesarios para garantizar la estabilidad mecánica del sistema. La distancia máxima entre los soportes ubicados a lo largo de la red de tuberías se recoge en la siguiente tabla:

Diámetro de tubería	Distancia máxima entre soportes
DN-50 mm (2")	3 m
DN-100 mm (4")	4 m
Superior a DN-100 mm (4")	6 m

**Tabla 16.** Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías del sistema de rociadores  
(Fuente: Elaboración propia)

- Los accesorios empleados en la red deberán de ser con junta ranurada (Victaulic preferiblemente) y las reducciones instaladas serán concéntricas roscadas o soldadas, quedando excluido del proyecto el empleo de reducciones hexagonales.
- Las tuberías deberán llevar una mano de imprimación antioxidante y dos manos de esmalte sintético (color RAL-3000). Ambas capas serán inferiores a 70  $\mu\text{m}$  y protegerán la tubería de corrosión.

## 2.5 Accesorios

La red de tuberías del sistema de rociadores contará con elementos de apoyo que permitirán cumplir con la normativa aplicable y prestar el servicio de forma correcta.

### 2.5.1 Válvulas

Todas las válvulas empleadas en la red deberán cerrar en el sentido de las agujas del reloj, con apertura/cierre lento y disponer de un indicador de estado (abierto/cerrado) y un dispositivo de final de carrera que permita la transmisión de este estado a distancia. Los tipos a emplear serán de mariposa (con mando por volante y reductor) o de compuerta de husillo exterior ascendente, ambas con montaje entre bridas PN-16.

Será necesario instalar válvulas de desagüe y limpieza para poder realizar el correcto vaciado de la red. Estas válvulas serán del tipo bola o esfera de paso total (PN-16).

### 2.5.2 Puntos de prueba



Se colocará un punto de prueba en el extremo más desfavorable hidráulicamente de cada sistema. Este punto de prueba estará compuesto por una cabeza de rociador abierta, una válvula de corte (1”), un manómetro y una tubería de conexión (1”) hasta un desagüe o descarga libre al exterior.

### 2.5.3 Manómetros

Los manómetros empleados dispondrán de una escala de 0 a 16 bar, con una toma de conexión de ½” y provista de válvula de corte. La esfera tendrá que ser de un diámetro de 100 mm y estará alojada en carcasa de acero inoxidable y baño de glicerina (a excepción de los manómetros del puesto de control si están aprobados por FM-UL).

### 2.5.4 Detectores de flujo

Los detectores de flujo serán del tipo “Paleta”, aprobado por FM-UL y cubrirán la totalidad del interior de la tubería donde se instalen. El funcionamiento de un solo rociador deberá provocar la alarma por flujo de agua y el retardo no podrá ser inferior a 20 segundos ni superior a 60.

## 2.6 Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación, y una vez realizado el montaje de tubería, valvulerías y equipos, se realizará una prueba de la red hidráulica a una presión de 15 bar durante 2 horas. Se comprobarán las condiciones de funcionamiento de todos los sistemas de rociadores, de los puestos de alarma y control y de la transmisión de alarmas a la central. En caso de detectarse alguna fuga en la red, se subsanará y se volverá a realizar la prueba. Esto es debido a que las fugas en la red no son admitidas en el presente proyecto.

Es necesario facilitar los protocolos de inspección y pruebas de todos los equipos que se ponen en servicio.

## 3 Sistema de BIEs

Los elementos relativos al sistema de Bocas de Incendio Equipadas (BIEs) tienen que cumplir con lo expuesto en las normativas empleadas en la realización del proyecto y que contempla el diseño, instalación y selección del sistema. Estas normas son:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).
- Norma UNE-EN 671.
- Norma UNE 23091.
- Normas UNE 23400.
- RT2-BIE de CEPREVEN.
- Documentación específica por parte del cliente (si fuera necesario).

### 3.1 Tipo de BIE

Las Bocas de Incendio Equipadas empleadas en el presente proyecto serán de 45 mm de diámetro y tendrán que disponer de los siguientes elementos:

- Armario auxiliar metálico con puerta para almacenar todos los accesorios para el correcto uso del equipo.
- 20 m de manguera sintética con un diámetro de 45 mm y racor tipo Barcelona en los extremos.
- Válvula de paso con un diámetro de 45 mm con mando por volante y apertura y cierre lento.
- Lanza de 3 efectos (chorro, pulverización cónica y cierre) con boquilla y racor.

- Manómetro de esfera (0-16 bar).
- Devanadera circular metálica para almacenar la manguera.
- Puerta con cristal e instrucciones de operación.

Las BIEs deberán contar con el certificado de conformidad a norma (AENOR) según UNE-EN 671-1, UNE-EN 671-2 o marcado CE emitido por el organismo de control correspondiente.

### 3.2 Ubicación

Cada una de las BIEs se instalará sobre un soporte que colocará el centro como máximo a 1,5 m de altura con respecto al suelo y a una distancia máxima de 5 m respecto a las puertas. Se colocarán el número de BIEs necesarias para cubrir toda la superficie a proteger.

Este punto queda justificado por los diferentes documentos que componen el proyecto (memoria, planos y presupuesto).

### 3.3 Conexión

La conexión se realizará por el lateral del armario mediante una T de derivación y un tallo de 0,20 m de tubo por debajo de dicha T (con tapón hembra).

El diámetro mínimo de la tubería de conexión será de DN-40 mm.

### 3.4 Tuberías

Para el sistema de BIEs se aplicarán las especificaciones técnicas para el montaje de tuberías aéreas expuestas a lo largo del proyecto y las normas UNE-EN 10255 y UNE-EN 10216. Por tanto, el sistema de tuberías deberá cumplir:

- Un diámetro inferior a DN-150 mm para tuberías electrosoldadas o un diámetro superior a DN-150 mm para tuberías sin soldadura.
- Se instalarán los apoyos y soportes necesarios para garantizar la estabilidad mecánica del sistema. La distancia máxima entre los soportes ubicados a lo largo de la red de tuberías se recoge en la siguiente tabla:

Diámetro de tubería	Distancia máxima entre soportes
DN-50 mm (2")	3 m
DN-100 mm (4")	4 m
Superior a DN-100 mm (4")	6 m

**Tabla 17.** Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías del sistema de BIEs  
(Fuente: Elaboración propia)

- Los accesorios podrán ser de tipo roscado, soldado o ranurado para los diámetros inferiores a 50 mm (2") y de tipo soldado o ranurado para diámetros superiores.
- Las reducciones instaladas serán concéntricas roscadas o soldadas, quedando excluido del proyecto el empleo de reducciones hexagonales.
- Las tuberías deberán llevar una mano de imprimación antioxidante y dos manos de esmalte sintético (color RAL-3000). Ambas capas serán inferiores a 70 µm y protegerán la tubería de corrosión.

### 3.5 Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación, y una vez realizado el montaje de tubería, valvulerías y equipos, se realizará una prueba de la red hidráulica a una presión de 15 bar durante 2 horas. Esta prueba se realizará comprobando el funcionamiento de forma simultánea de las 3 BIEs hidráulicamente más desfavorables, con un caudal de 500 L/min y una presión mínima de 4,5 bar.

Si fuera necesario se realizarían pruebas parciales de la instalación (solo por necesidades constructivas). En caso de detectarse alguna fuga en la red, se subsanará y se volverá a realizar la prueba. Esto es debido a que las fugas en la red no son admitidas en el presente proyecto.

Es necesario facilitar los protocolos de inspección y pruebas de todos los equipos que se ponen en servicio.

## 4 Sistema de hidrantes exteriores

Los elementos relativos al sistema de hidrantes exteriores tienen que cumplir con lo expuesto en las normativas empleadas en la realización del proyecto y que contempla el diseño, instalación y selección del sistema. Estas normas son:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).
- Norma UNE 14384.
- Norma UNE 14339.
- RT2-CHE de CEPREVEN.
- Documentación específica por parte del cliente (si fuera necesario).

### 4.1 Hidrantes

Los hidrantes exteriores serán de arqueta para montaje enterrado, con una tubería de conexión a la red general de diámetro nominal superior a 100 mm (4"). Se colocarán sobre la T de derivación de la tubería de distribución o sobre el codo de derivación, no admitiéndose en ningún caso uniones del tipo enchufable.

Cada hidrante dispondrá de 2 salidas de DN-70 mm, equipados con racores para conexión rápida y tapones tipo Barcelona. Contarán con el certificado de conformidad a norma (AENOR) o el certificado CE emitido por el órgano de control pertinente.

Las condiciones de ubicación y las características de los equipos han quedado recogidas en los documentos del presente proyecto (memoria, planos, presupuestos, etc.)

### 4.2 Casetas para dotación de material auxiliar

Las casetas contarán con pie y peana y estarán hechas íntegramente de resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio. Dispondrán de cierre y bisagras de acero inoxidable, con puerta en color blanco. El resto de la peana y la caja serán de color RAL-3000.

El material por contener y la ubicación de las mismas ha quedado reflejado en los documentos del presente proyecto (memoria y anexos).

### 4.3 Tuberías y accesorios

El tipo de material para la tubería en el sistema de hidrantes de montaje enterrado es Polietileno de Alta Densidad (PEAD), con una presión de trabajo mínima de 16 bar.

Las válvulas de corte implementadas en la red tienen que ser de compuerta con husillo exterior en acero inoxidable, con volante estacionario y bridas PN-16. Dispondrán de un mando por volante, reductor manual y un indicador de posición de fin de carrera debido a que la red de hidrantes da suministro al sistema de rociadores y de BIEs. Esto permitirá conocer el estado de las válvulas (abierto/cerrado) a distancia.

## 4.4 Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación, y una vez realizado el montaje de tubería, válvulas y equipos, se realizará una prueba de la red hidráulica a una presión de 15 bar durante 2 horas. La máxima pérdida de presión admitida será de 0,1 bar. Si este valor se supera, se tendrán que revisar todas las juntas y uniones de la red, procediendo a la reparación de las fugas tantas veces como sea necesario. Adicionalmente, previo a la puesta en servicio de la red, se realizará una prueba de funcionamiento al hidrante que tenga la posición más desfavorable hidráulicamente a un caudal de 1000 L/min y presión superior a 5 bar. Si fuera necesario se realizarían pruebas parciales de la instalación (solo por necesidades constructivas).

Es necesario que la empresa instaladora facilite los protocolos de inspección y pruebas de todos los equipos que se ponen en servicio.

## 5 Red de tuberías

Las especificaciones para las redes de tuberías se dividirán en dos grupos, las redes de tuberías aéreas y las redes de tuberías enterradas. Los elementos relativos a las redes de tuberías tienen que cumplir con lo expuesto en las normativas empleadas en la realización del proyecto y que contemplan su diseño, instalación y selección del sistema. Estas normas son:

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).
- Norma UNE 10220.
- Norma UNE 10255.
- Norma UNE 12845.
- Norma UNE 10216.
- Norma UNE 1063.
- Norma UNE 12201.
- Norma DIN 2503.
- Código ANSI/ASME B 31.1.
- Especificación 5L del API.
- Norma DIN-1629.
- Datasheet 2-0 de FM Global.
- Documentación específica por parte del cliente (si fuera necesario).

### 5.1 Redes de tuberías aéreas

Este conjunto estará formado por la red de distribución del sistema de BIEs y de los rociadores. El dimensionado de dicha red de tuberías se realizará mediante los planos del proyecto, adjuntos en los anexos. Si fuera necesario realizar alguna modificación respecto a dichos planos, el contratista tendrá que presentar una justificación de dichos cambios ante la Dirección Facultativa con sus correspondientes cálculos hidráulicos.

Los materiales empleados para las tuberías que tengan un diámetro inferior a DN-150 mm será de clase negra con soldadura, y de clase negra sin soldadura para diámetros superiores. La presión de trabajo tenida en cuenta para el diseño de la red tiene que ser 15 kg/cm<sup>2</sup> (14,71 bar).

### 5.1.1 Pintura

El color del acabado normalizado tiene que ser RAL-3000 (Rojo). Si el color del acabado tuviera que ser diferente en alguna zona de la instalación, este se elegirá bajo acuerdo entre la Propiedad y la Dirección Facultativa.

Estará dentro del precio el pintado de los elementos distintivos de identificación recogidos según la normativa, así como los retoques necesarios por desperfectos producidos en el transporte, manipulación o montaje de la red. La garantía tendrá que ser asumida por el Contratista para un periodo de 3 años.

### 5.1.2 Juntas y accesorios

Los accesorios a utilizar (juntas, codos, reducciones, etc.) podrán ser roscados para diámetros menores a DN-32 mm. Para el caso de diámetros superiores los accesorios deben ser del tipo con junta ranurada. Las reducciones no podrán presentar disminuciones en su espesor y solo podrán ser concéntricas (no están permitidas las de tipo hexagonal). La presión mínima de trabajo tenida en cuenta para el diseño de la red tiene que ser 13,8 kg/cm<sup>2</sup> (13,53 bar), con un acabado aprobado según la normativa aplicable.

### 5.1.3 Fabricación y montaje

La longitud mínima para las cañas para los tubos será de 6 m, con los extremos dispuestos en perpendicular al eje del tubo (con los bordes limpios y sin rebabas). El curvado de las tuberías se hará de acuerdo al código ANSI/ASME B 31.1 y el procedimiento debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, estando admitido el doblado en frío solo para diámetros inferiores a DN-50 mm. El radio de curvatura mínimo admitido será de cinco veces el diámetro nominal de la tubería, quedando dicha tubería curvada lisa, libre de grietas y defectos superficiales y sin discontinuidades. Las soldaduras circunferenciales en la zona de la curvatura no están permitidas en el presente proyecto.

EL sistema de tuberías debe ser probado en fábrica según el código ANSI/ASME B 31.1 o la Especificación 5L del API. El ensayo podrá estar aceptado por la norma DIN-1629 de acuerdo con las especificaciones técnicas exigidas en cada caso. Cuando sea necesario emplear algún accesorio (codos, T, válvulas, etc.), este deberá colocarse facilitando su desmontaje sin necesidad de repercutir en la red. En el caso de los codos o T, estos elementos se sujetarán a ambos lados para que no puedan ser expulsados.

Los tramos de tuberías que tengan zonas a la intemperie estarán protegidos con aislamientos antiheladas, compuestos por coquilla o manta de fibra de vidrio con un espesor mínimo de 40 mm y una chapa de aluminio de espesor mínimo de 0,6 mm.

Cualquier trabajo de reparación deberá ser notificada a la Dirección de Obra y ser aprobado por escrutio según el procedimiento de reparación adecuado.

### 5.1.4 Soportes

El empleo, diseño, distribución y fabricación de los soportes necesarios serán conforme a los establecido en las normas UNE-EN 12845 y el Datasheet 2-0 de FM Global. Por tanto, el empleo de soportes cumplirá con los siguientes requisitos:

- Los diámetros superiores a DN-50 mm no estarán soportados por chapas de acero corrugado o bloques de hormigón aligerados.
- Se instalarán los apoyos necesarios para que los colectores horizontales y los montantes verticales aguanten los esfuerzos axiales a los que son sometidos.
- La distancia máxima entre los soportes ubicados a lo largo de la red de tuberías se recoge en la siguiente tabla:

Diámetro de tubería	Distancia máxima entre soportes
DN-50 mm (2") o menor	3 m
Menores a DN-100 mm (4")	4 m
Superior a DN-100 mm (4")	6 m

**Tabla 18.** Distancia máxima entre soportes de la red de tuberías  
(Fuente: Elaboración propia)

- Se instalarán soportes a distancias inferiores a 1 m en cada junta ranurada de tipo mecánico.

### 5.1.5 Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación, y previo al montaje, se probará hidrostáticamente las tuberías con aire a no menos de 5 bar y durante 1 hora. Si no se producen pérdidas de presión considerables, se realizará una prueba hidráulica una vez realizado el montaje de tubería, válvulas y equipos a una presión de 15 bar durante 2 horas. En caso de detectarse alguna fuga en la red, se subsanará y se volverá a realizar la prueba, realizando pruebas parciales en la instalación si fuera necesario. Esto es debido a que las fugas en la red no son admitidas en el presente proyecto.

El Contratista será el responsable de emitir el certificado de la prueba hidráulica, debiendo de estar firmado por el técnico responsable.

## 5.2 Redes de tuberías enterradas

Se emplearán tuberías de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), con una presión de servicio mínima de 16 bar, para la red de suministro enterrada. Los tubos empleados serán azules o negros con bandas azules y estarán diseñados acorde lo establecido en la norma UNE-EN 12201. La profundidad mínima sobre el pavimento acabado será de 1 m desde la parte superior de la tubería.

Todos los tubos deberán estar marcados, siendo legibles- y de forma permanente. El marcado mínimo será de una vez por metro siguiendo el siguiente formato:

Parámetro	Marcado
Número de la Norma	UNE-EN 12201
Identificación del fabricante	Nombre o símbolo
Dimensiones (DN x en)	Ejemplo: 110 x 10
Serie SDR	Ejemplo: SDR 11
Material y designación	Ejemplo: PE 80
Presión (bar)	Ejemplo: PN 12,5
Periodo de producción (fecha o código)	Ejemplo: 9302*

Las bobinas deben ir marcadas, secuencialmente, con la longitud en metros, que indicará la longitud remanente sobre la bobina.

**Tabla 19.** Marcado mínimo requerido para la red de tuberías  
(Fuente: Elaboración propia)

### 5.2.1 Accesorios

Las uniones empleadas y los accesorios deberán ser del tipo enchufable o embridado (según el equipo a conectar). De forma concreta, para las conexiones con las válvulas, hidrantes y tuberías de otro tipo se utilizarán accesorios embridados (PN-16). Los accesorios empleados para la unión de tubos tienen que ser de tipo electrosoldable y cumplirán con la norma UNE-EN 12201.

Todos los accesorios tienen que estar marcados de forma permanente y legible, incluyendo el marcado CE cuando la legislación lo exija. El marcado mínimo requerido vendrá dado por la siguiente tabla:

Parámetro	Marca o símbolo
Identificación del fabricante	Nombre o código
DN y series de tubo SDR	Ejemplo: DN 110/SDR 11
Información del fabricante	<sup>1</sup>
Intervalo de SDR de fusión	Ejemplo: SDR 11 – SDR 26b <sup>2</sup>
Material y designación	Ejemplo: PE 80 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Cifras o código claro que proporcione la trazabilidad del periodo de producción, en términos de año y mes, y lugar de producción. si el fabricante está produciendo en diferentes lugares nacional y/o internacionales

<sup>2</sup>Esta información puede estar impresa sobre una etiqueta adherida al accesorio o sobre una bolsa individual

**Tabla 20.** Marcado mínimo requerido para los accesorios  
(Fuente: Elaboración propia)

Los accesorios podrán tener una etiqueta con información adicional, que será de la calidad necesaria para que sea legible y resistente durante el período de instalación. El formato del marcado mínimo que tendrán que presentar las etiquetas es:

Parámetro	Marca o símbolo
Número de norma	UNE-EN 12201
Material y designación	Ejemplo: PE 80
Intervalo de presión (bar)	Ejemplo: PN 12,5
Tolerancia (accesorios con extremo macho y DN superior a 280 mm)	Ejemplo: Grado A
Intervalo de SDR de fusión	Ejemplo: SDR 11 – SDR 26 *

\*Esta información puede estar impresa sobre el accesorio (no es necesario duplicarla)

**Tabla 21.** Marcado mínimo requerido para las etiquetas de los accesorios  
(Fuente: Elaboración propia)

Los tramos de tuberías que tengan zonas a la intemperie estarán protegidos con aislamientos antiheladas, compuestos por coquilla o manta de fibra de vidrio con un espesor mínimo de 40 mm y una chapa de aluminio de espesor mínimo de 0,6 mm.

## 5.2.2 Pruebas

Antes de la puesta en servicio de la instalación, y una vez realizado el montaje de tubería, válvulas y equipos, se realizará una prueba de la red hidráulica a una presión de 15 bar durante 2 horas. La máxima pérdida de presión admitida será de 0,1 bar. Si este valor se supera, se tendrán que revisar todas las juntas y uniones de la red, procediendo a la reparación de las fugas tantas veces como sea necesario. Se realizarán pruebas parciales de la instalación si por condiciones de la instalación o construcción del edificio fuera necesario.

Es necesario que la empresa instaladora facilite los protocolos de inspección y pruebas de todos los equipos que se ponen en servicio.

## 6 Extintores de incendios

Los extintores de incendio empleados en el proyecto son de tipo portátil. Sus características y especificaciones se ajustan a las siguientes normas:

- UNE-EN 2.
- UNE-EN 3.
- Reglamento de Aparatos a Presión e instrucción técnica MIE-AP5.
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).

El cumplimiento de la normativa se justificará mediante los diferentes certificados de conformidad o el marcado CE emitido por el órgano correspondiente. Cada extintor dispondrá de su placa de diseño y la más reciente deberá ser inferior a 5 años. La vida útil máxima definida para estos equipos será de 20 años.

Las consideraciones a tener en cuenta para la elección de los extintores son:

- Los materiales empleados en la fabricación deben ser compatibles entre sí.
- Deben disponer de cierre automático para interrumpir de forma temporal la descarga.
- Al tener un peso superior a los 3 kg tienen que disponer de manguera de descarga con parte elástica y una longitud superior a los 0,40 m.
- Tienen que ser resistente a temperaturas entre -20 °C y 60 °C.
- Se colocarán sobre un soporte fijo (anclado en dos puntos), quedando la altura superior como máximo a 1,20 m sobre el suelo.
- El mantenimiento se realizará según lo establecido en el RIPCI y las normativas UNE correspondientes.

Los puntos de instalación y el tipo de agente extintor están especificados en los documentos del presente proyecto (memoria y anexos).

### 6.1 Pruebas

Las pruebas de verificación para el buen estado y su correcto funcionamiento se realizarán a los siguientes elementos del extintor:

- Elementos de seguridad de apertura.
- Manómetro y su tarado.
- El peso.
- Placa de diseño y placa de características.



## 7 Sistemas automáticos de detección

Los elementos relativos al sistema automático de detección tienen que cumplir con lo expuesto en la norma UNE 23007 y UNE-EN 54.

### 7.1 Condiciones generales de funcionamiento

El sistema empleado deberá cumplir con lo exigido en el Anexo I del R.D. 513/2017. Estas exigencias quedan recogidas en los siguientes puntos:

- I. La planificación, junto con el diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento del sistema empleado se realizará conforme a la norma UNE 23007-14.
- II. La compatibilidad de los sistemas deberá verificarse en función de lo establecido en la norma UNE-EN 54-13.
- III. Los dispositivos empleados en el sistema de detección (alimentación, dispositivos alarma, ...) tienen que llevar el marcado CE (conforme lo expuesto en la norma UNE-EN 54).
- IV. Los equipos de control e indicación se diseñarán de manera que faciliten la identificación de la zona en la que se haya activado alguno de los sistemas de detección (automático o manual). Esto se hará siguiendo los siguientes puntos definidos:
  - Señal acústica que se pueda percibir en todo el sector de incendio.
  - Identificación por pantalla de todos los parámetros de la alarma (fecha, hora, dirección, naturaleza, mensaje de acción, ...). Además, la activación de alguno de los dispositivos de detección tendrá prioridad sobre los estados de prealarma o fallo de monitorización.
  - Registro de las alarmas recogidas en el sistema, hasta su reconocimiento y el rearme del sistema.
  - En caso de alarma, se producirá la liberación de los soportes de las salidas de emergencia del sector de incendio correspondiente. A continuación, las puertas cortafuegos se activarán y aislarán el sector de incendio en el que se ha producido la alarma. Por último, el sistema de evacuación de humos se activará y se producirá la apertura de los exutorios.
- V. Los equipos de control e indicación permitirán visualizar por pantalla en cualquier momento el estado de los elementos periféricos, siendo capaces de reconocer averías en el sistema de cableado de los diferentes circuitos.

### 7.2 Equipos de control y señalización

Estos equipos son el elemento principal del sistema, recogiendo y almacenando toda la información relativa a las incendias producidas. Dispondrán de una central analógica inteligente con un microprocesador, memoria y fuente de alimentación respaldadas por baterías.

Los requisitos que estos equipos deben de cumplir son:

- I. Supervisar cada detector y cada uno de los módulos de los lazos de detección de forma individual, permitiendo diferenciar entre los distintos estados de cada elemento (estados de prealarma, alarma o avería).
- II. Disponer de salidas programables, teniendo la capacidad de suministrar alimentación a todos los detectores y módulos conectados. Esto permitirá realizar la evacuación de las instalaciones de manera lógica y siguiendo con el plan de evacuación definido
- III. Garantizar la posibilidad de ampliación de su capacidad (en al menos un 20%).
- IV. Ubicar junto a la central los siguientes documentos:
  - Los planos de los sectores de incendios protegidos.
  - Consignas de utilización, junto con las instrucciones de funcionamiento.

- Instrucciones para la realización el mantenimiento establecido.

- V. La central de detección microprocesada, analógica y algorítmica deberá tener capacidad para todos los elementos, configurados en uno, dos, cuatro, seis u ocho lazos de detección inteligentes. También admitirá programación combinada de los diferentes lazos y zonas, permitiendo el ajuste de sensibilidad de los elementos.
- VI. Las comunicaciones entre los dispositivos que conformen el lazo y la central deberán utilizar un sistema con amplia modulación pulsante de gran intensidad.
- VII. Su diseño y construcción se ajustará a lo indicado por la norma UNE-EN 54.

### **7.2.1 Lazos y equipos del sistema**

Cada uno de los detectores, pulsador manual o módulo, tiene que tener asignada exclusivamente una dirección (se hará de forma manual). Esto no condicionará la localización el equipo en el lazo, pudiéndose añadir equipos de forma posterior en direcciones no usadas y sin necesidad de reprogramación.

La resistencia del lazo no deberá ser superior a 40 ohmios (salvo si lo indica el fabricante).

### **7.2.2 Distribución de lazos y zonas**

La distribución de los lazos se realizará para una ocupación máxima del 90%, manteniendo un 10% de reserva en posibles ampliaciones. Cada 25 elementos se tendrán que colocar un módulo aislador de cortocircuito.

## **7.3 Detectores automáticos de incendio**

Los detectores automáticos empleados cumplirán lo expuesto en la norma UNE-EN 54, teniendo comunicación digital con la central de detección y siendo configurables los valores de detección para los estados de alarma y prealarma.

### **7.3.1 Sistema de detección por aspiración**

El sistema de detección de humos por aspiración, basado en el muestreo del aire en el área protegida, puede ser complementario con otros detectores (iónicos, ópticos o láser). Conectará directamente con el lazo de detección para poder tener conexión con la central analógica, donde se ajustará la sensibilidad y la aplicación de los diferentes algoritmos AWACS de análisis para los detectores.

Los sistemas de detección empleados son VESDA y se corresponden al modelo VESDA VEP-A10-P. Estos sistemas de protección tienen una cobertura de hasta 2000 m<sup>2</sup>, con 4 tuberías de 70 m de longitud máxima cada una en el modelo VESDA VEP-A10-P. El modelo es de tipo B y puede disponer de más de 40 puntos de muestreo y hasta un máximo de 80. Las características del sistema se encuentran en la ficha técnica correspondiente a los modelos empleados.

## **7.4 Pulsadores manuales de alarma**

El pulsado manual de alarma seleccionado será rearmable y estará montado en caja de plástico y con material sintético resistente a golpes. Tiene que ser del tipo de rotura de cristal con protección de lámina plástica y con la inscripción de "PULSAR EN CASO DE INCENDIO". La tapa será frontal plástica y con llave para la realización de pruebas, permitiendo no desmontar el pulsador o accionar el cristal.

El pulsador empleado tiene que tener un LED que indique cuando lo interroga la central de detección. Este LED debe iluminarse de forma permanente en caso de producirse una condición de alarma. Las características técnicas están indicadas en la ficha técnica del fabricante y cumple con la norma UNE-EN 54-11.

## 7.5 Módulo monitor de 1 entrada no analógica

Se emplearán para direccionar otras entradas digitales libre de potencial, supervisando y gestionando contactos libres de tensión (abiertos – NA o cerrados NC). Este módulo asignará una dirección al elemento que gestione dentro del lazo inteligente, supervisándose mediante una resistencia final de línea. La longitud del circuito de activación no podrá superar los 1000 metros.

Estará alimentado directamente por el lazo de comunicaciones y no será necesaria alimentación adicional. Debe de estar protegido de ruidos por interferencias y tener un conexionado fácil. El módulo dispone de un LED que indica cuando se comunica con la central, el cual debe iluminarse de forma permanente en caso de alarma. La dirección de cada módulo se asignará mediante selectores rotatorios.

Las características técnicas se encuentran en la ficha técnica del fabricante y está diseñado conforme las normativas UNE-EN 54, UL y FM.

## 7.6 Módulo monitor de 2 entradas no analógica

Se emplearán para direccionar otras entradas digitales libre de potencial, supervisando y gestionando contactos libres de tensión (abiertos – NA o cerrados NC). Este módulo asignará una dirección al elemento que gestione dentro del lazo inteligente, supervisándose mediante una resistencia final de línea. La longitud del circuito de activación no podrá superar los 1000 metros.

Estará alimentado directamente por el lazo de comunicaciones y no será necesaria alimentación adicional. Debe de estar protegido de ruidos por interferencias y tener un conexionado fácil. El módulo dispone de un LED que indica cuando se comunica con la central, el cual debe iluminarse de forma permanente en caso de alarma. La dirección de cada módulo se asignará mediante selectores rotatorios.

Las características técnicas se encuentran en la ficha técnica del fabricante y está diseñado conforme las normativas UNE-EN 54, UL y FM.

## 7.7 Módulo monitor de 10 entradas no analógicas

Se emplearán para direccionar otras entradas digitales libre de potencial, supervisando y gestionando contactos libres de tensión (abiertos – NA o cerrados NC). Este módulo asignará una dirección al elemento que gestione dentro del lazo inteligente, supervisándose mediante una resistencia final de línea. La longitud del circuito de activación no podrá superar los 1000 metros.

Estará alimentado directamente por el lazo de comunicaciones y no será necesaria alimentación adicional. Debe de estar protegido de ruidos por interferencias y tener un conexionado fácil. El módulo dispone de un LED que indica cuando se comunica con la central, el cual debe iluminarse de forma permanente en caso de alarma. Las direcciones se asignarán mediante micro-interruptores.

Las características técnicas se encuentran en la ficha técnica del fabricante y está diseñado conforme la normativa UNE-EN 54.

## 7.8 Módulo de control de 1 salida para maniobras

El módulo de control proporcionará la orden de salida a diferentes elementos como las sirenas, los electroimanes, los altavoces de evacuación (si los hubiera), etc. La conexión al circuito de detección será supervisada a dos hilos y responderá a condiciones de circuito abierto, normal o cortocircuito. El módulo tendrá asignada una dirección mediante selectores rotatorios, permitiendo que su relé interno se active y conmute la alimentación para activar el elemento controlado en caso de recibir una orden de la central.

El módulo dispone de un LED que indica cuando se comunica con la central, el cual debe iluminarse de forma permanente en caso de alarma, indicándolo en la central de incendios. La comprobación de la entrada en alarma del equipo se realiza mediante un micro interruptor que activa un imán.

Las características técnicas se encuentran en la ficha técnica del fabricante y está diseñado conforme las normativas UNE-EN 54, UL y FM.

## 7.9 Sirena de alarma direccionable

Sirena de alarma óptico-acústica conectada al lazo de detección y direccionable individualmente mediante selectores giratorios. Si fuera necesario emplearía una alimentación auxiliar externa de 24 Vdc. Está diseñada y fabricada según las normas EN 54-3 y EN 54-23, por lo que será posible disponer de ambas homologaciones. También dispone de los estándares de construcción CPR y los estándares medioambientales RoHS y WEEE.

Dispondrá de 3 ajustes diferentes para el volumen gracias a un micro interruptor, con posibilidad de hasta 32 tonos seleccionables. El montaje se realizará en pared a 2,4 m. La posición y distancia respecto a otros equipos será en función de las condiciones de aprobación particular para este producto, transmitiendo una señal de emergencia que supere los 80 dB (identificable en todo el sector de incendio donde esté instalado) y solo en caso de emergencia.

Las características técnicas se encuentran en la ficha técnica del fabricante.

## 7.10 Electroimán para retención de puertas

Elemento seleccionado para la retención de puertas cortafuegos y que consta de una carcasa metálica con entrada de tubo. Dispondrá de un pulsador de desbloqueo y de anclaje a la puerta con rótula.

Las características técnicas se encuentran en la ficha técnica del fabricante.

## 7.11 Instalación eléctrica

La instalación eléctrica se realizará conforme a al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, además de otras disposiciones aplicables. La instalación empleada será de alta calidad y fiabilidad con el fin de evitar las falsas alarmas en la medida de lo posible. Será independiente y exclusiva en el caso de la instalación eléctrica de los sistemas de detección automática de incendios, no pudiéndose alterar por otra instalación y/o sistema.

La canalización será con tubo de protección en función de la zona de instalación, pudiendo ser PVC rígido, PVC flexible o acero galvanizado. El diámetro de los tubos no superará el 75% de su sección efectiva salvo en casos donde la instalación lo requiera expresamente. Dicha canalización se fijará por soportes adecuados (bridas o abrazaderas), siendo resistentes a la corrosión. La distancia máxima entre cada soporte será de 0,50 m y cumplirá con la ITC-021 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

En el caso de que la canalización discorra paralela a otra instalación de tensión superior, esta deberá distanciarse al menos 0,10 m y, si fuera necesario, se adoptarían otras medidas para evitar efectos electromagnéticos que puedan interferir en el funcionamiento del sistema de detección. Para las cajas de derivación, estas deberán ser del mismo material que la canalización. También debe ser estanca y con unas dimensiones que permita realizar las conexiones y derivaciones necesarias.

No se admitirán secciones de cable inferiores a 1 mm<sup>2</sup> para los equipos (1,5 mm<sup>2</sup> para la alimentación de equipos auxiliares), siendo el tipo de cable empleado acorde a las indicaciones de los fabricantes de los diferentes sistemas.

## 8 Sistema de control de humos y calor

El sistema de control de humos y calor se corresponde con extractores de lamas destinados a la evacuación de grandes caudales de humos en caso de incendio a través de la cubierta, facilitando las tareas de ventilación y suministro de aire, previniendo los daños materiales provocados por los gases y las pérdidas humanas.

La elección del modelo elegido para el proyecto se ha tomado de acuerdo con las normas UNE 23585 y UNE-EN 12101. Este modelo es un aireador de 12 lamas con alto nivel de aislamiento, con una anchura de 1800 mm y una longitud de 2700 mm. El material con el que están fabricado es aluminio duro de alta resistencia al agua (incluida el agua de mar) y anticorrosivo. Dispone de impermeabilización por cinta de sellado (anti-congelación) y tiras de ahorro de energía. El modelo dispone de un sistema de apertura autónomo con un motor de operación de 24Vdc.

La ejecución de los trabajos de instalación para los exutorios de admisión se realizará en el panel de la cubierta del edificio, sellando y fijando los exutorios con cemento. La ubicación exacta de la instalación de cada exutorio se encuentra en los anexos del proyecto (planos).

Por último, se emplearán cortinas de humo para diferenciar los sectores de humos de las diferentes naves y facilitar la admisión y evacuación de aire. El modelo elegido para el proyecto presenta un tejo de vidrio de filamentos continuos, con una tela de cortina de humo X32A y una tela de cortina de fuego C4100WK.

Ambos elementos del sistema de humos y calor presentan homologación según la norma UNE-EN 12101-2 (exutorios) y UNE-EN 12101-1 (cortinas de humos).

## 9 Sistema de alumbrado de emergencia

La instalación del sistema de alumbrado de emergencia se realizará conforme a las siguientes normas:

- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI).
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Instrucción Técnica ITC-BT-28.

El alumbrado empleado será de tipo led, dispuesto según los planos recogidos en el anexo del proyecto. Todo el sistema de alumbrado irá conectado al sistema general de detección y se podrá activar desde la central contra incendios mediante una señal.

## 10 Señalización de los medios de extinción

La señalización de los medios manuales de protección (extintores, BIEs y pulsadores de alarma) y de las salidas y vías de evacuación serán del tipo fotoluminiscente. Las características y la instalación de la señalización deben cumplir con la normativa expuesta en el proyecto. Esta normativa es:

- Norma UNE 23033.
- Norma UNE 23034.
- Norma UNE 23035.
- Norma UNE 81501.
- Reglamento de señalización de los centros de trabajo (RD 485/1997).
- Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (Código Técnico de la Edificación).

## 11 Sellados de protección pasiva contra incendios

Debido a las características del proyecto, se realizarán canalizaciones a través de los muros, paredes y elementos delimitadores de los sectores de incendios del edificio objeto de estudio. Estas canalizaciones deben de estar correctamente selladas, sean del tipo que sean (eléctricas, datos, tuberías de PVC o acero, etc.).

El sellado de las canalizaciones eléctricas se realizará mediante la aplicación de mortero a base de resinas termoplásticas y con pigmentos retardadores del fuego. Estos deberán ser impermeables al agua y al aceite. Si la canalización tiene lugar a través de un hueco que no estuviera ajustado a la misma, se tapará mediante panel de lana de fibra de roca. Y en el caso de que sea previsible la ampliación del tamaño de la canalización (aumento del número de cables), se podrá admitir la colocación de almohadillas rellenas de material intumescente en el lado más largo del paso de la canalización.

Para el sellado del paso de tuberías de PVC se emplearán collarines formados por una banda continua metálica y troquelada que permita la adaptación a la tubería. Esta banda deberá ir rellena de material intumescente y la fijación del collarín será a través de tacos y tornillos (también podría ir encastrado sobre el elemento delimitador).

## 12 Control de calidad

El Contratista será el encargado de realizar y mantener el Plan de Control de Calidad, el cual debe ser presentado previamente al comienzo de los trabajos y aprobado por la Propiedad y la Dirección Facultativa. También será el encargado de controlar todos los documentos, procedimientos e informes que hagan referencia a la calidad de los materiales, equipos o sistemas a implantar. La Propiedad y la Dirección Facultativa tendrían derecho de acceder a estos documentos si así lo requieren.

En caso de realizar algún incumplimiento o desviación de cualquiera de los requisitos contemplados en el presente pliego, el Contratista deberá identificarlo, documentarlo y notificarlo a la Dirección Facultativa. La Dirección Facultativa se guardará el derecho de aceptar o no dichas desviaciones.

## 13 Documentación final de obra

Como condición indispensable para la recepción provisional y la liquidación económica de los trabajos, se entregará a la Propiedad y a la Dirección Facultativa toda la documentación generada en dichos trabajos. Esta documentación deberá incluir como mínimo:

- Los certificados de conformidad a norma de los materiales empleados y los equipos instalados. Deberán de estar emitidos por el organismo autorizado, suministrador o fabricante certificado para todo lo relacionado con:
  - Extintores de incendios.
  - BIEs, mangueras de impulsión y racores de conexión.
  - Rociadores automáticos y sus respectivos puestos de control y alarma.
  - Hidrantes.
  - Equipos de presión contra incendios.
  - Detectores automáticos de incendios.
- Los certificados emitidos por la empresa instaladora (firmados y visados por un técnico competente de la misma), para el cumplimiento de:
  - Proyecto técnico.
  - Documento Básico de Seguridad en caso de Incendios (Código Técnico de la Edificación).
  - Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.
  - Reglamento de Instalaciones y Sistemas de Protección Contra Incendios.
- El documento de autorización y puesta en servicio de la instalación (según modelo del Dpto. de Industria de la Comunidad Autónoma).
- Certificado de instalación y Protocolos de pruebas e inspección visados por un técnico competente de la empresa instaladora (según modelo del Dpto. de Industria de la Comunidad Autónoma).
- Certificados de Calidad de los materiales, equipos y sistemas instalados, emitidos por laboratorio, el organismo de control acreditado correspondiente, el fabricante o el suministrador correspondiente.
- Certificados de pruebas, ensayos y protocolos realizados durante la ejecución y recepción de los trabajos.
- Listado de equipos y materiales instalados, recogiendo como mínimo el número de unidades instaladas, la descripción del elemento, el modelo, la referencia o código de identificación y el fabricante (o suministrador).
- Documentación técnica descriptiva de los materiales, equipos, instalaciones y sistemas de los trabajos realizados. Esta documentación debe incluir:

- Ficha técnica y catálogo de los materiales.
- Manuales de instalación.
- Manuales de funcionamiento e instrucción de operación y uso.
- Manuales de programación (si corresponde).
- Instrucciones simplificadas para la operación, funcionamiento y uso.
- Manuales e instrucciones de mantenimiento.
- Documentación relativa a los certificados de homologación y ensayo de los productos y materiales empleados para la protección pasiva (pinturas, sellados, cerramientos, etc.), emitidos por el organismo autorizado y/o laboratorio acreditado. Esta documentación irá acompañada de los certificados de aplicación, los cuales deberán contener el tipo de producto o sistema en el que aplica, el lugar de aplicación, las unidades instaladas y el grado EI/REI obtenido.
- Certificado de garantía de 2 años<sup>12</sup> para las instalaciones emitido por la empresa instaladora.
- Planos “*As Built*” de las instalaciones y sistemas, acompañados de los planos detalles y los planos de fabricación empleados para el montaje.

---

<sup>12</sup> El periodo comienza a partir de la fecha de firma del acta de recepción provisional de los trabajos.

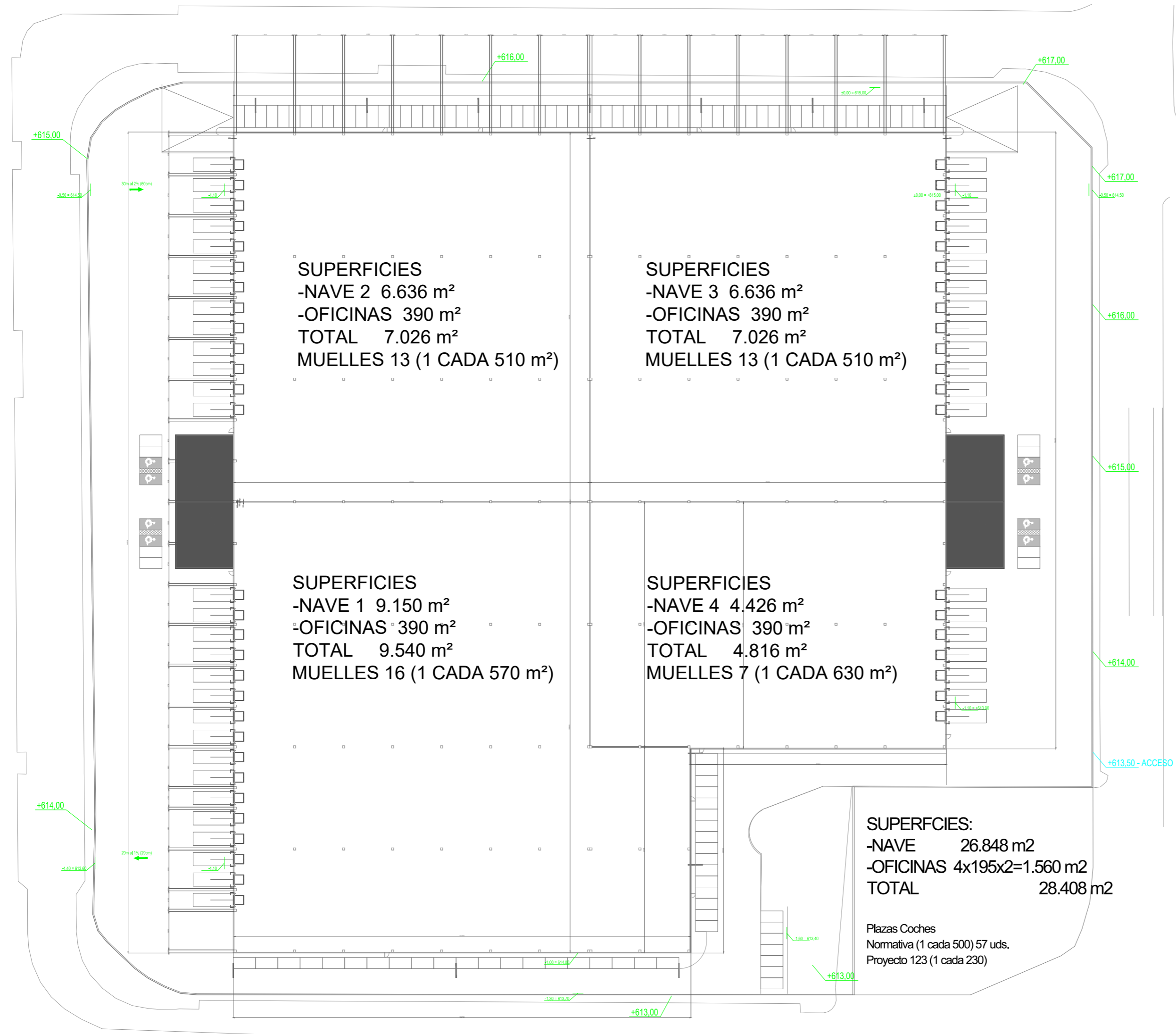
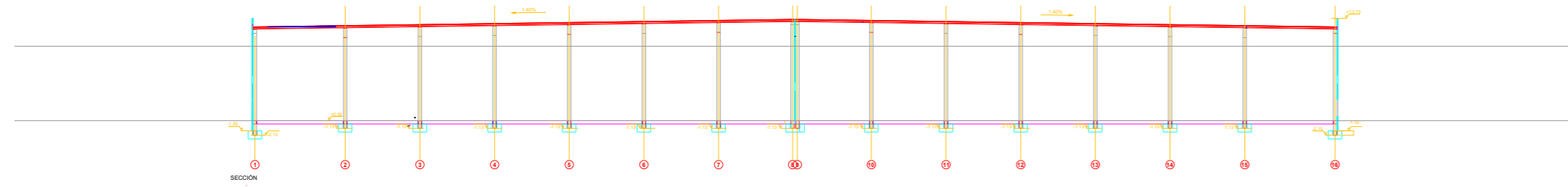




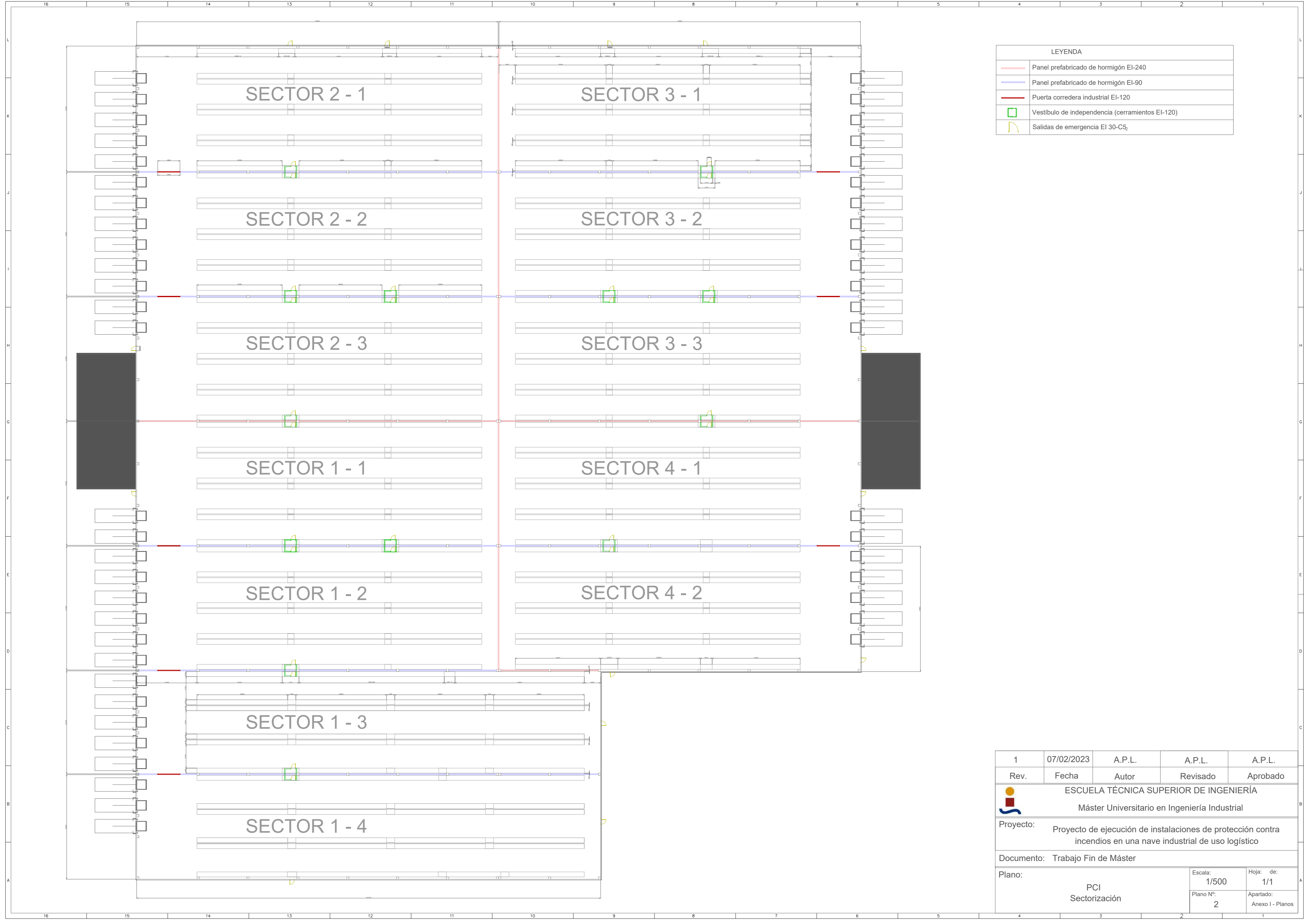
# **ANEXO II**

## **PLANOS**

---

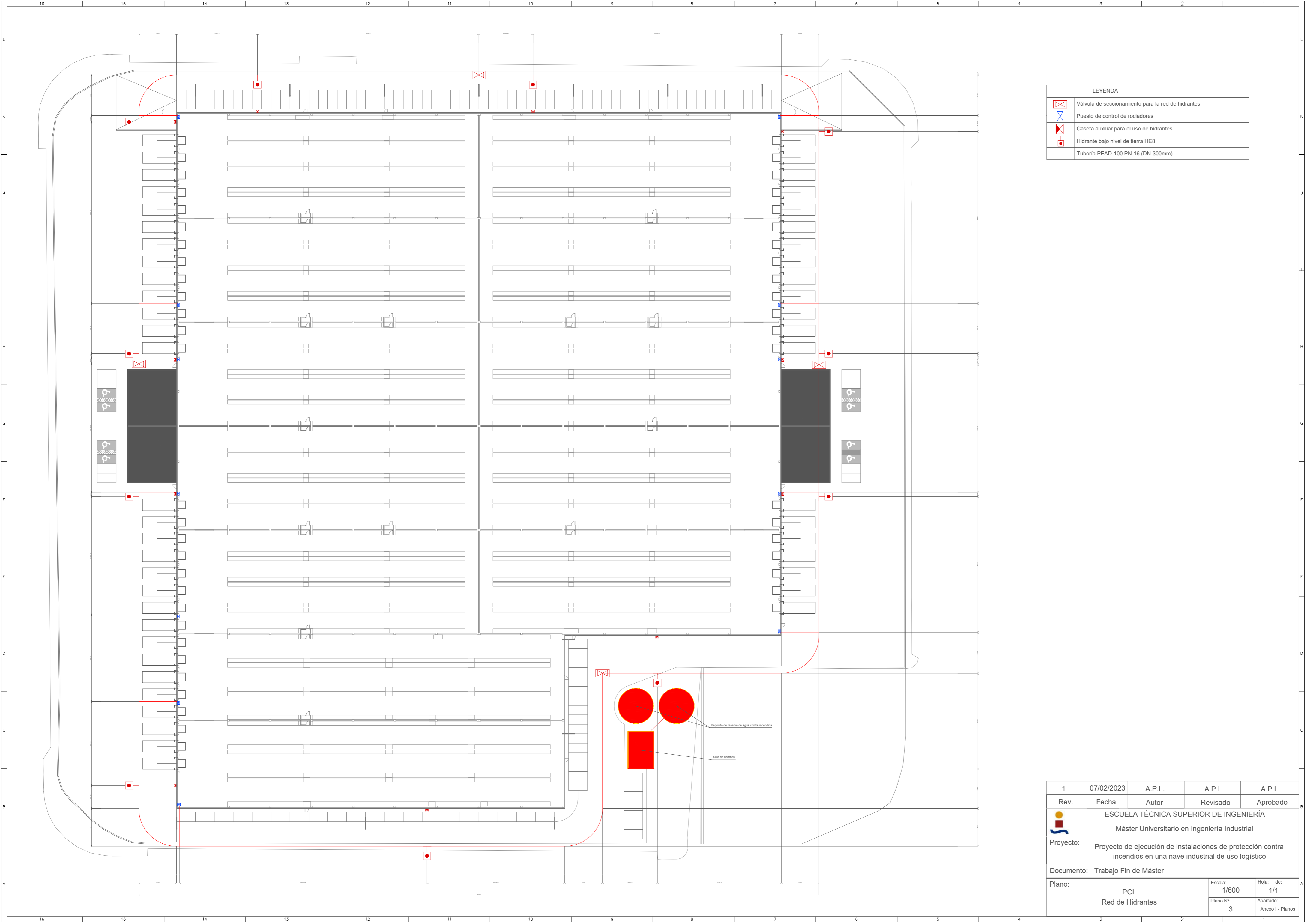


1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto:		Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico		
Documento: Trabajo Fin de Máster				
Plano:		Establecimiento Industrial		Escala: 1/800 Hoja de: 1/1 Plano N°: 1 Apartado: Anexo I - Planos



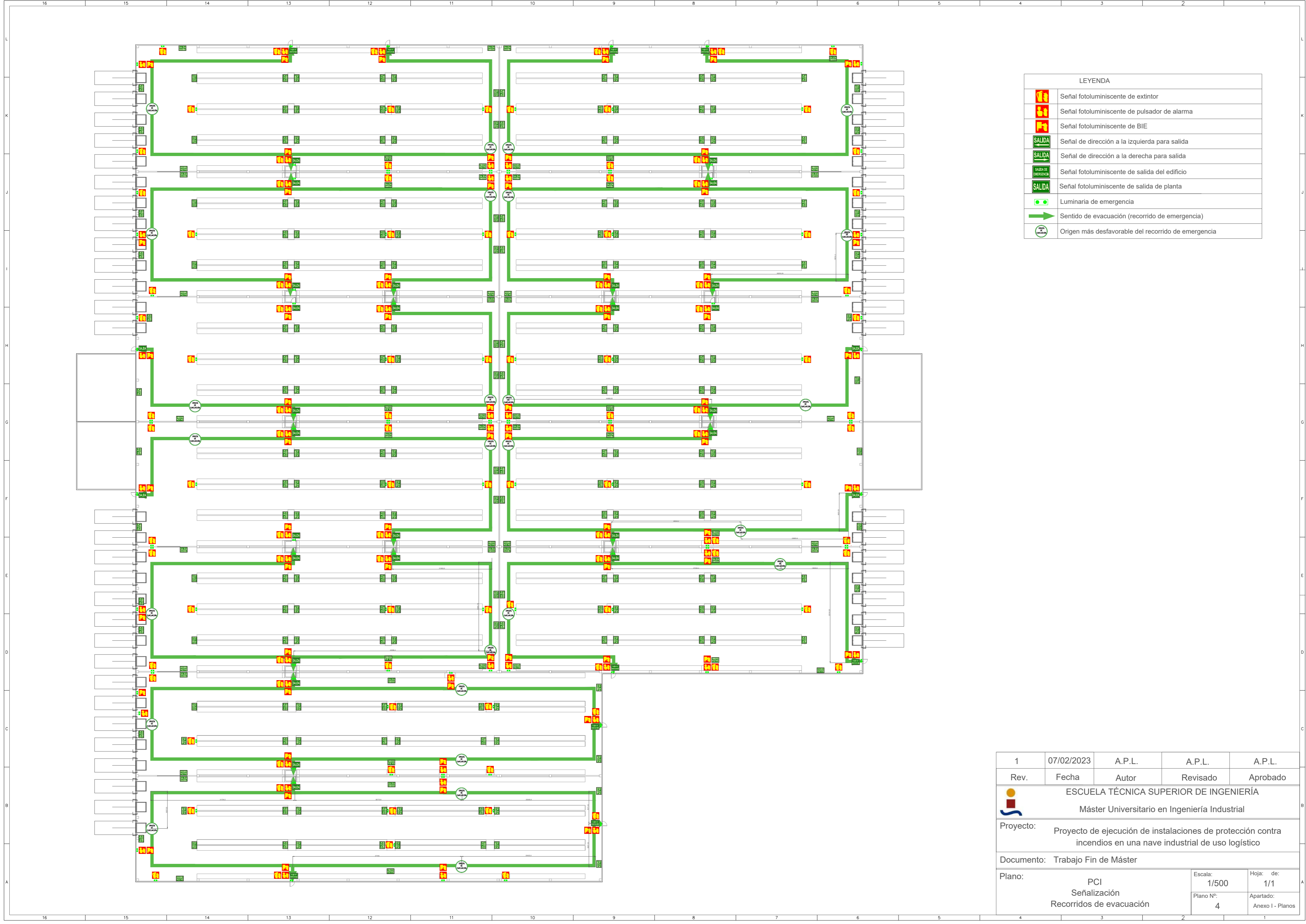
LEYENDA	
	Panel prefabricado de hormigón EI-240
	Panel prefabricado de hormigón EI-90
	Puerta corredera industrial EI-120
	Vestibulo de independencia (cerramientos EI-120)
	Salidas de emergencia EI 30-C5

1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto:	Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico			
Documento:	Trabajo Fin de Máster			
Plano:	PCI Sectorización		Escala: 1/500 Plano Nº: 2	Hoja: de: 1/1 Apartado: Anexo I - Planos



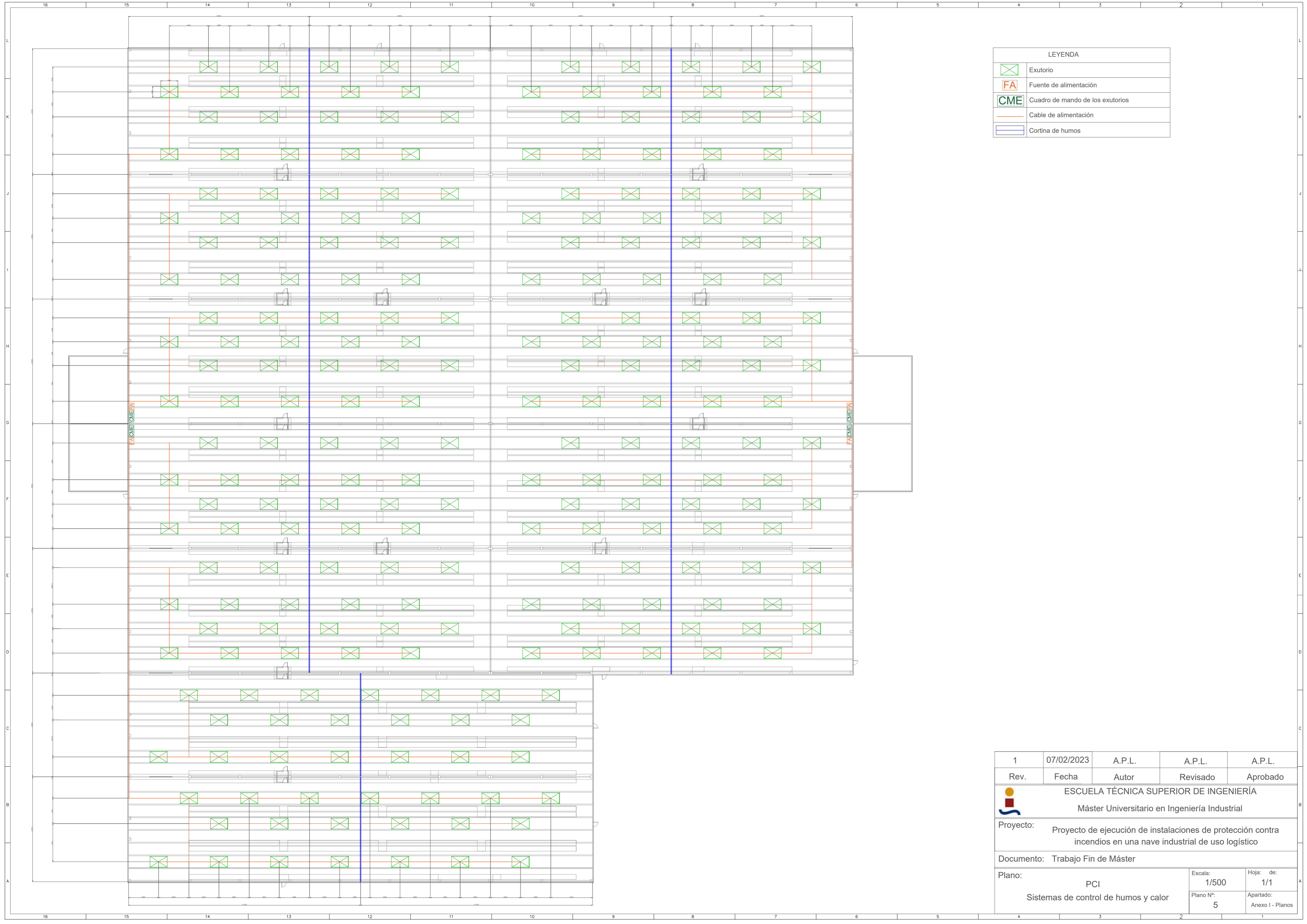
LEYENDA	
	Válvula de seccionamiento para la red de hidrantes
	Puesto de control de rociadores
	Caseta auxiliar para el uso de hidrantes
	Hidrante bajo nivel de tierra HE8
	Tubería PEAD-100 PN-16 (DN-300mm)

1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto:		Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico		
Documento: Trabajo Fin de Máster				
Plano:		PCI	Escala: 1/600	Hoja: de: 1/1
		Red de Hidrantes	Plano Nº: 3	Apartado: Anexo I - Planos




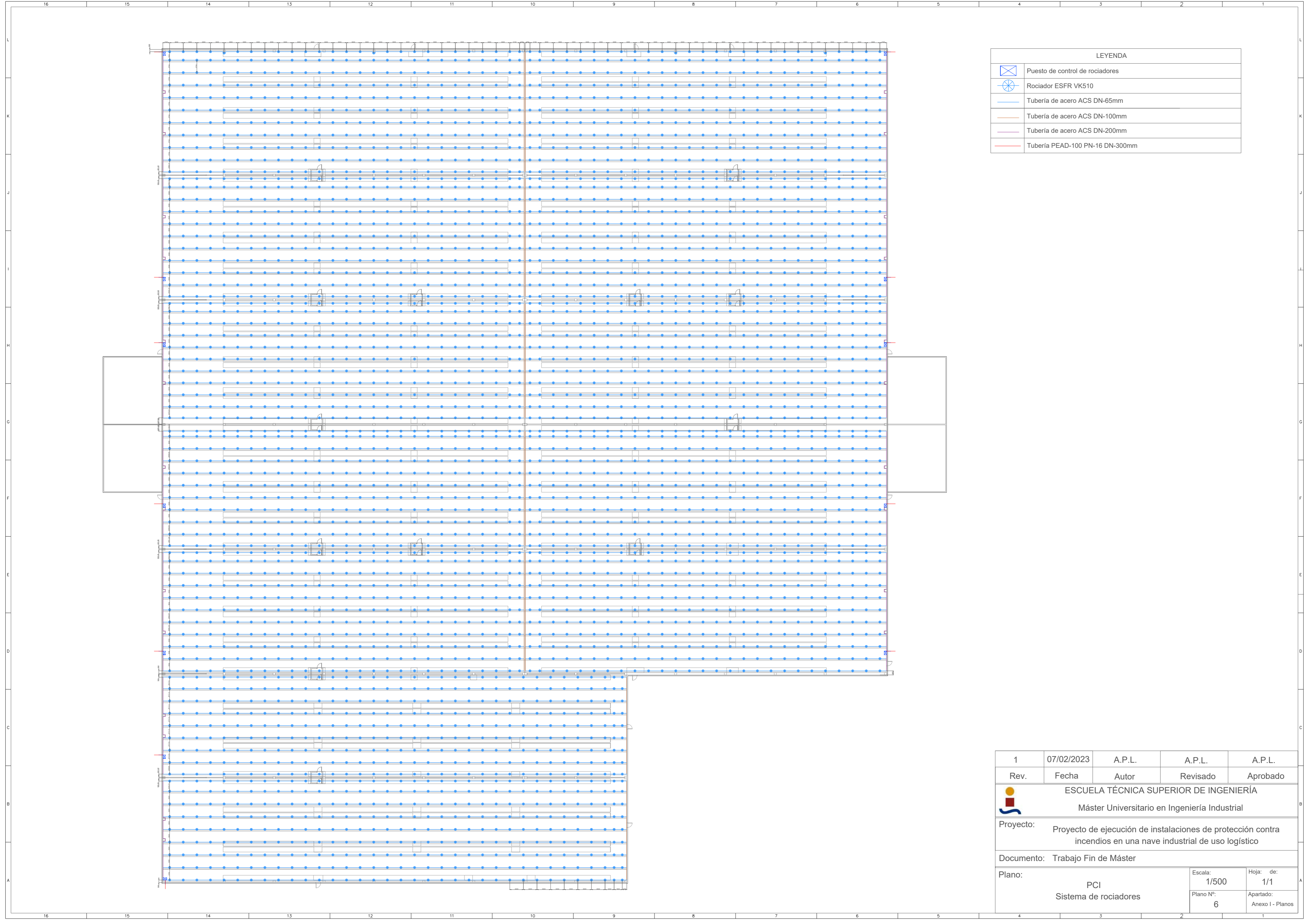
LEYENDA	
	Señal fotoluminiscente de extintor
	Señal fotoluminiscente de pulsador de alarma
	Señal fotoluminiscente de BIE
	Señal de dirección a la izquierda para salida
	Señal de dirección a la derecha para salida
	Señal fotoluminiscente de salida del edificio
	Señal fotoluminiscente de salida de planta
	Luminaria de emergencia
	Sentido de evacuación (recorrido de emergencia)
	Origen más desfavorable del recorrido de emergencia

1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto:	Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico			
Documento:	Trabajo Fin de Máster			
Plano:	PCI Señalización Recorridos de evacuación		Escala: 1/500 Plano Nº: 4	Hoja: de: 1/1 Apartado: Anexo I - Planos




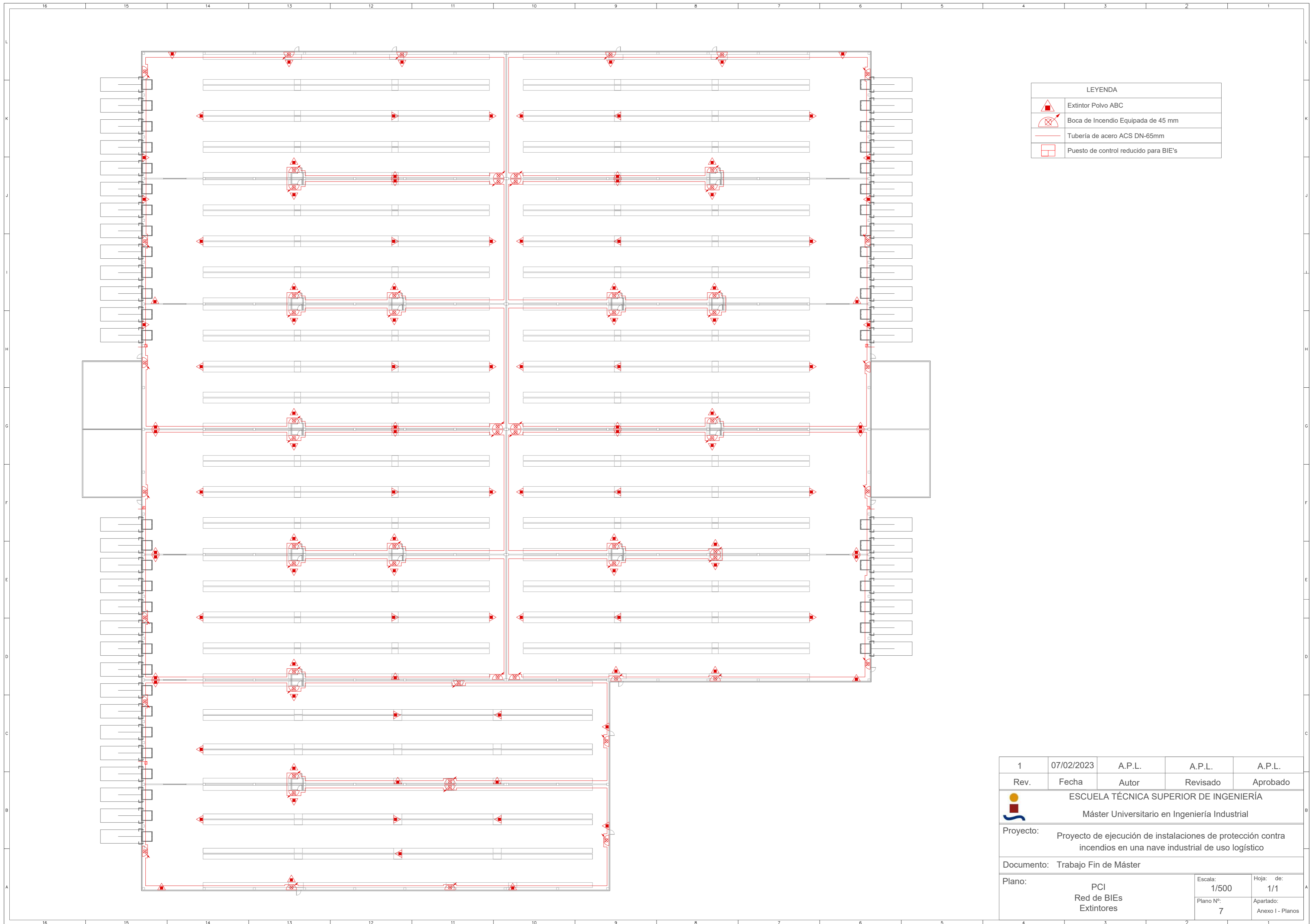
LEYENDA	
	Exutorio
	Fuente de alimentación
	Cuadro de mando de los exutorios
	Cable de alimentación
	Cortina de humos

1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto: Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico				
Documento: Trabajo Fin de Máster				
Plano:		PCI	Escala: 1/500	Hoja: de: 1/1
		Sistemas de control de humos y calor	Plano Nº: 5	Apartado: Anexo I - Planos



LEYENDA	
	Puesto de control de rociadores
	Rociador ESFR VK510
	Tubería de acero ACS DN-65mm
	Tubería de acero ACS DN-100mm
	Tubería de acero ACS DN-200mm
	Tubería PEAD-100 PN-16 DN-300mm

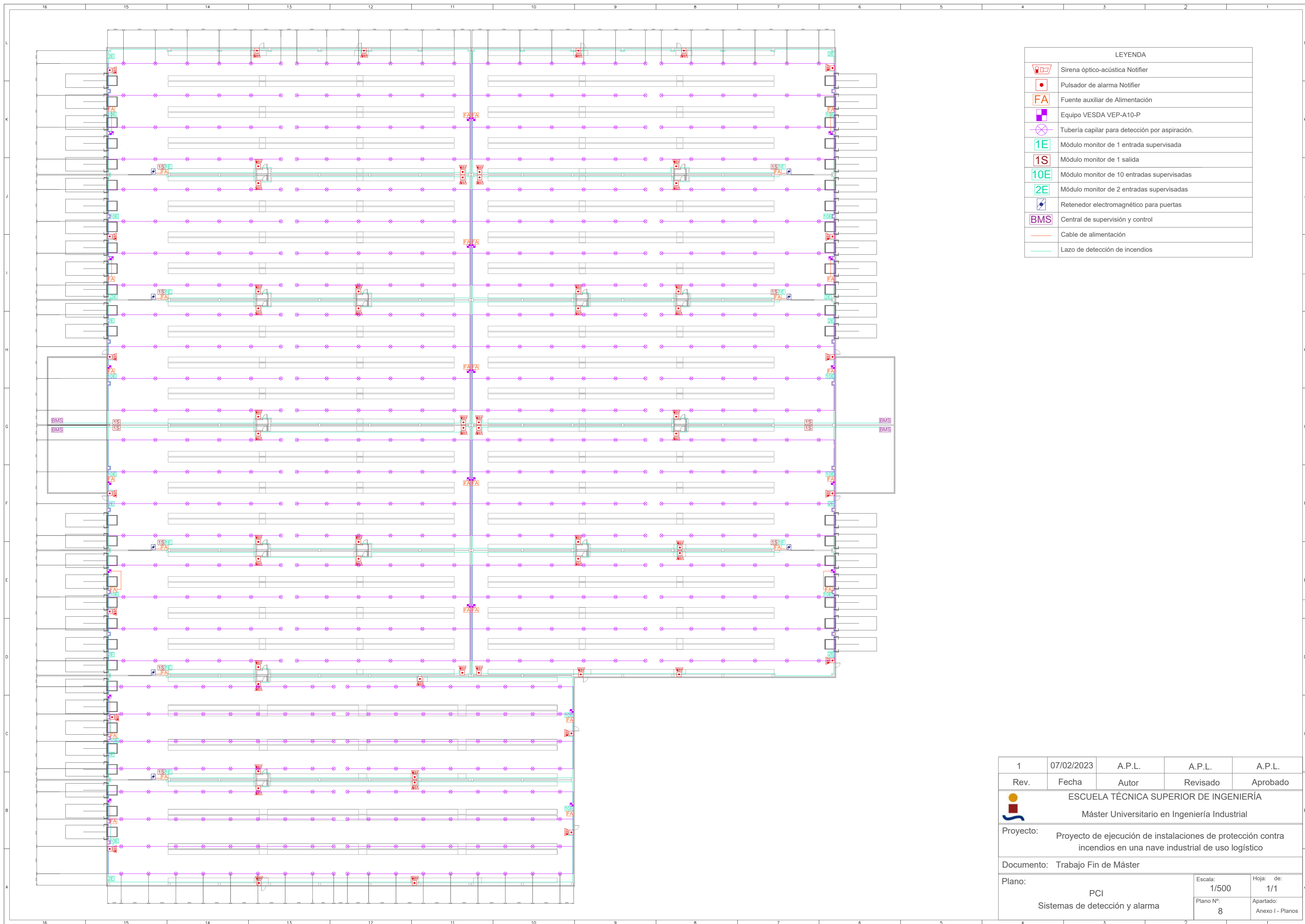
1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto:	Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico			
Documento:	Trabajo Fin de Máster			
Plano:	PCI Sistema de rociadores		Escala: 1/500	Hoja: de: 1/1
			Plano Nº: 6	Apartado: Anexo I - Planos



LEYENDA	
	Extintor Polvo ABC
	Boca de Incendio Equipada de 45 mm
	Tubería de acero ACS DN-65mm
	Puesto de control reducido para BIE's

1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> Máster Universitario en Ingeniería Industrial				
Proyecto:		Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico		
Documento:		Trabajo Fin de Máster		
Plano:		<b>PCI</b> <b>Red de BIEs</b> <b>Extintores</b>		Escala: 1/500 Plano Nº: 7
				Hoja: de: 1/1 Apartado: Anexo I - Planos





LEYENDA	
	Sirena óptico-acústica Notifier
	Pulsador de alarma Notifier
	Fuente auxiliar de Alimentación
	Equipo VESDA VEP-A10-P
	Tubería capilar para detección por aspiración.
	Módulo monitor de 1 entrada supervisada
	Módulo monitor de 1 salida
	Módulo monitor de 10 entradas supervisadas
	Módulo monitor de 2 entradas supervisadas
	Retenedor electromagnético para puertas
	Central de supervisión y control
	Cable de alimentación
	Lazo de detección de incendios

1	07/02/2023	A.P.L.	A.P.L.	A.P.L.
Rev.	Fecha	Autor	Revisado	Aprobado
 <b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA</b> <b>Máster Universitario en Ingeniería Industrial</b>				
Proyecto:	Proyecto de ejecución de instalaciones de protección contra incendios en una nave industrial de uso logístico			
Documento:	Trabajo Fin de Máster			
Plano:	PCI Sistemas de detección y alarma		Escala: 1/500	Hoja: de: 1/1
			Plano Nº: 8	Apartado: Anexo I - Planos



# ANEXO III

## CÁLCULOS

Este documento recoge los diferentes cálculos realizados para obtener los resultados expuestos en la memoria del presente proyecto.

### Evacuación de humos

El uso del Sistema de Control de Temperatura y Evacuación de Humos (SCTEH) en el presente proyecto se basa en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI). Esto se debe a que los sectores del establecimiento industrial son destinados a actividades de almacenamiento, con un riesgo intrínseco medio y una superficie mayor a los 1000 m<sup>2</sup>.

A continuación, se expondrán en diferentes tablas las variables y los cálculos empleados en el apartado 5.9.2 de la memoria, donde se contemplan las diferentes fórmulas empleadas para la obtención del número de exutorios necesarios.

Variable	Símbolo	Valor	Unidad
Anchura de las estanterías	w	2.4	m
Altura de almacenamiento	h	11	M
Rociadores en techo	-	SI	-
Área del incendio	A <sub>f</sub>	64.24	m <sup>2</sup>
Perímetro del incendio	P	20.64	m

**Tabla 22.** Dimensiones normalizadas del incendio  
(Fuente: Elaboración propia)

Variable	Símbolo	Valor	Unidad
Coefficiente de caudal de entrada para un gran penacho de humos de incendio.	$C_e$	0,188	$kg * m^{-2} * s^{-1}$
Altura libre de humos	Y	11,5	m
Masa de humos generada	$M_f$	151,3	$kg * s^{-1}$

**Tabla 23.** Variables empleadas para el cálculo de la masa de humos generada (M<sub>f</sub>)  
(Fuente: Elaboración propia)

Variable	Símbolo	Valor	Unidad
Masa de humos generada	$M_f$	151,3	$kg * s^{-1}$
Profundidad de la capa flotante de humos en un depósito de humos	$d_f$	2,584	$m$
Densidad del aire a temperatura ambiente	$\rho_{amb}$	1,204	$kg * m^{-3}$
Aceleración de la gravedad	$g$	9,81	$m * s^{-2}$
Temperatura ambiente absoluta	$T_{amb}$	293,15	$K$
Temperatura de disparo de los rociadores	$T_{ROC}$	96	$^{\circ}C$
Incremento de la temperatura en la capa de humo	$\Theta$	76	$K$
Temperatura promedio de la capa de humos	$T$	369,15	$K$
Relación superficie aerodinámica de evacuación y superficie de entrada de aire	$\frac{A_V C_V}{A_I C_I}$	1	-
Superficie aerodinámica de evacuación por depósito de humos	$A_V C_V$	58,67	$m^2$

**Tabla 24.** Variables empleadas para el cálculo de la superficie aerodinámica de evacuación ( $A_V C_V$ )  
(Fuente: Elaboración propia)

## Cálculos hidráulicos

Los cálculos hidráulicos de las redes de distribución de agua de un sistema de protección contra incendio suelen ser complejos si se quieren contemplar todas las pérdidas que se producen en ella. Por ello, se ha optado por realizar los cálculos a través del software EPANET, que es un programa especializado en la simulación de sistemas de distribución en redes de tuberías a presión.

Por otra parte, y tal como indica la norma UNE-EN 12845, se deben tener en cuenta las pérdidas de carga debidas a la fricción en válvulas y en los diferentes accesorios donde se modifique la dirección del flujo de agua. Por lo tanto, hay que añadir la longitud equivalente definida por la norma a la longitud real del proyecto:

**Tabla 23 - Longitud equivalente de accesorios y válvulas**

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubería recta de acero (C = 120) <sup>a</sup> (m)										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
Codo soldado 90° (r/d = 1.5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
T roscada normal o cruz (flujo a través de ramal)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0
Válvula de compuerta - de paso recto	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Válvula de alarma o de retención (tipo oscilante)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Válvula de alarma o de retención (tipo seta)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0
<sup>a</sup> Estas longitudes equivalentes se podrían convertir, según sea necesario, para tuberías con otros valores C multiplicando por los siguientes factores											
Valor C	100		110		120		130		140		
Factor	0,714		0,85		1,00		1,16		1,33		

**Figura 67.** Tabla de longitudes equivalentes de tubería recta de acero  
(Fuente: norma UNE-EN 12845:2016+A1:2021)

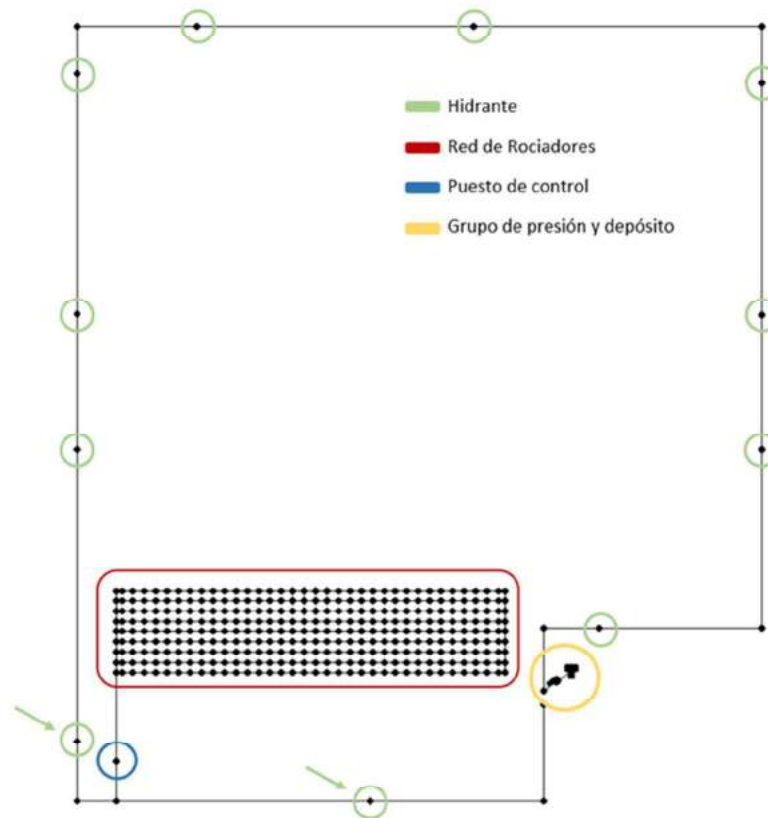
Las longitudes equivalentes que se han empleado en el proyecto son:

Tubería	L.E. Codos 90° (m)	L.E. Válvula (m)	L.E. T roscada (m)
DN-300	9,2	15,2	16,9
DN-200	5,7	9,4	11,0
DN-100	3,0	5,1	6,1
DN-65	1,9	3,2	3,8

**Tabla 25.** Longitudes equivalentes (L.E.) empleadas en el proyecto  
(Fuente: Elaboración propia)

Se ha empleado el método de Hazen-Williams para determinar las pérdidas por fricción, debido a que es requerido por las normas en materia de protección contra incendios.

Para el cálculo hidráulico, se toma la zona más desfavorable para realizar los cálculos puesto que, al cumplir los requisitos de diseño marcados por la normativa con la activación de estos rociadores, se cumple en el resto de las zonas. Esta zona, estará definida por el grupo de rociadores más alejados del grupo de bombeo, quedando el esquema como:



**Figura 68.** Modelo de la red empleado para la simulación del cálculo hidráulico.  
(Fuente: Elaboración propia)

Los hidrantes señalados serán los que entren en el cálculo hidráulico, con un coeficiente emisor definido por el caudal de 500 L/min para cada uno. De esta forma, estarían cubiertos los 950 L/min del caudal de manguera que había que tener en cuenta para la demanda de los rociadores.

El caudal en las bocas de hidrantes y de los rociadores se simula como un coeficiente emisor, que se puede obtener a partir de la fórmula  $Q = K * \sqrt{P(bar)}$ .

Por otro lado, la normativa del FM-Global menciona específicamente la ubicación de los rociadores a la hora de calcular el área hidráulicamente más desfavorable:

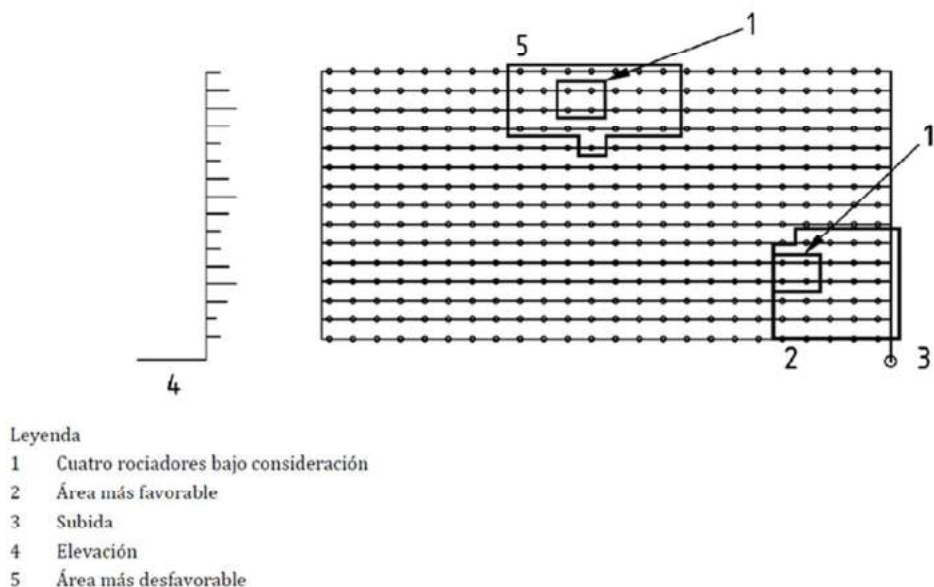
2.3.6.9.6 For ceiling sprinkler designs indicated as 9 sprinklers, base the hydraulic design on the most remote 3 sprinklers operating on the most remote 3 branchlines. For ceiling sprinkler designs indicated as 10 sprinklers, base the hydraulic design based on the following:

- a. For ceiling slopes up to 5 degrees, base the hydraulic design on the most remote 3 sprinklers operating on the most remote 3 branchlines plus 1 sprinkler operating on the most remote fourth branchline.
- b. For ceiling slopes over 5 degrees, base the hydraulic design on the most remote 4 sprinklers operating on the most remote 2 branchlines plus an additional 2 sprinklers operating on the most remote third branchline.

**Figura 69.** Ubicación de los rociadores para el área hidráulicamente más desfavorable  
(Fuente: apartado 2.3.6.9.6 del Datasheet 8-9 de FM Global)

Para el caso de estudios se debe tomar el apartado b. Esto es debido, a que la pendiente de la cubierta es de 9.64° (ver en el Plano N°1 'Establecimiento industrial'). Según dicho apartado, se debe tomar como zona hidráulicamente más desfavorable aquella definida por los 4 centrales de los dos ramales más remotos y dos en el tercer ramal más remoto.

Como prediseño de este grupo de rociadores, se puede tener en cuenta el ejemplo proporcionado por la norma:

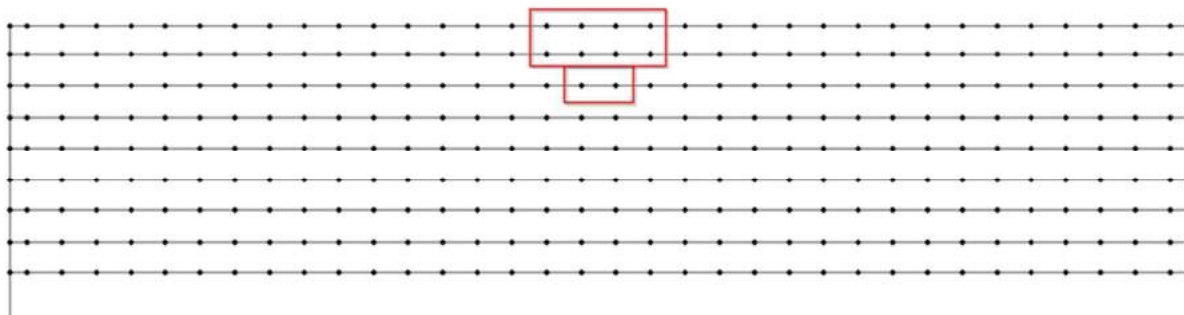


**Figura 70.** Áreas de operación más favorables y desfavorables en configuración de tubería en rejilla (Fuente: Figura 25 del apartado 13.4.3.2 de la norma UNE-EN 12845)

Esta zona será sobre la que se realice el primer cálculo hidráulico, posteriormente la zona marcada en rojo se desplazará hacia ambos lados para verificar que se trate de la más desfavorable. Se toma la zona más desfavorable para realizar los cálculos puesto que, al cumplir los requisitos de diseño marcados por la normativa con la activación de estos rociadores, se cumple en el resto de las zonas.

**Primer modelo**

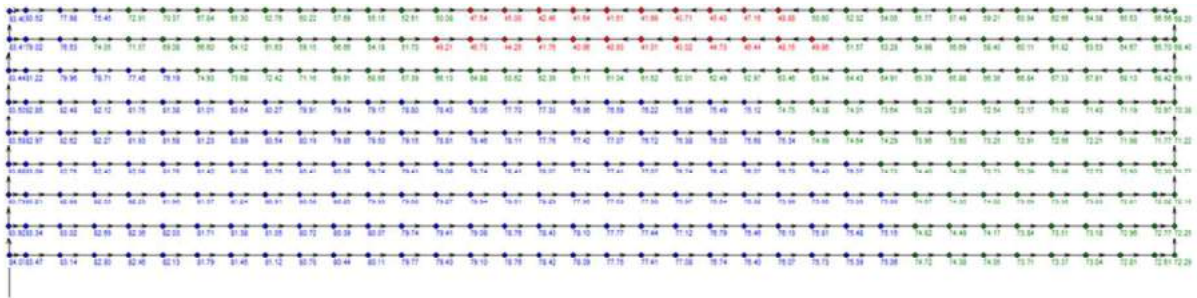
En la primera simulación del modelo, para el área más desfavorable para el presente proyecto se tomará la zona central de la red (teniendo en consideración las indicaciones de la normativa FM-Global). Esta zona es la marcada en rojo en la siguiente figura:



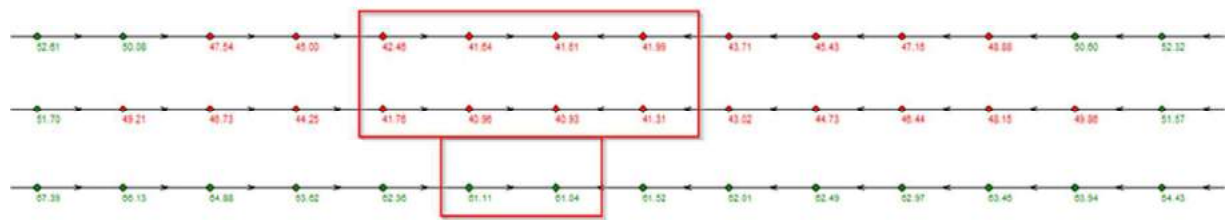
**Figura 71.** Red de rociadores empleada para el cálculo hidráulico, marcando en rojo los rociadores que tendrían coeficiente emisor. (Fuente: Elaboración propia)

Los resultados obtenidos en el primer modelo serían:

1. Presiones



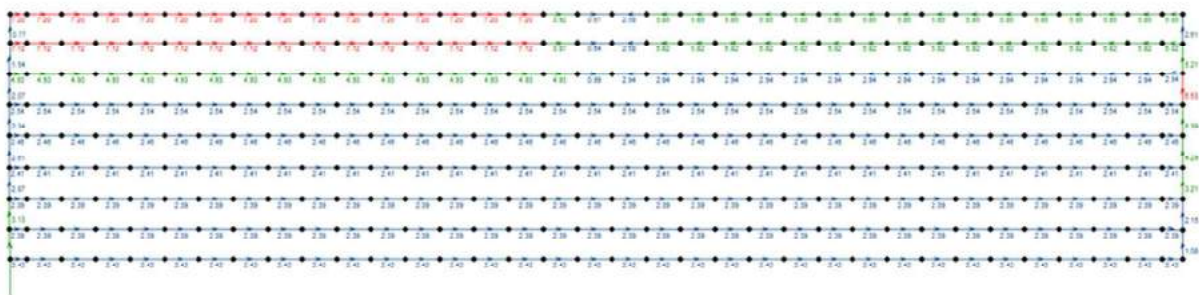
**Figura 72.** Presiones obtenidas en la red de rociadores  
(Fuente: Elaboración propia mediante el programa Epanet)



**Figura 73.** Presiones en detalle de la red de rociadores en funcionamiento  
(Fuente: Elaboración propia mediante el programa Epanet)

Estos resultados cumplen los límites marcados por los rociadores, que necesitarían una presión mínima de 3.5 bar (35.7 mca).

2. Velocidades



**Figura 74.** Velocidades obtenidas en la red de rociadores  
(Fuente: Elaboración propia mediante el programa Epanet)

Como se puede apreciar, la velocidad máxima obtenida en cualquier punto de la red es de 7.2 m/s. Esto cumpliría con las limitaciones de velocidad impuestas por la normativa (6 m/s en el puesto de control y 10 m/s en cualquier punto de la red).

Una vez mostrados los resultados más concluyentes, se procede a desplazar el grupo de los rociadores en funcionamiento del eje central, para verificar si es la zona hidráulicamente más desfavorable.

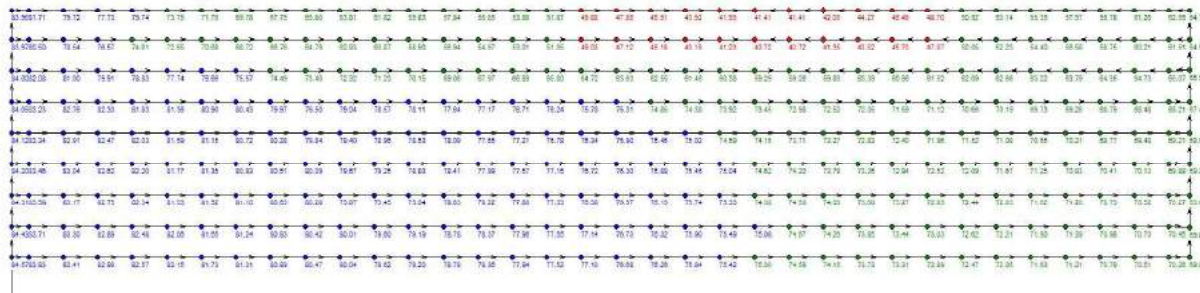


**Situación más desfavorable**

Posteriormente, para el área más desfavorable para el presente proyecto se buscará la zona central de la red desplazada hacia la izquierda o hacia la derecha. De esta manera, si al desplazar el modelo, la presión de los rociadores disminuye será indicativo de que se está entrando en la zona más desfavorable y el modelo estará más próximo de los límites marcados.

De esta forma, tras una serie de iteraciones, la zona más desfavorable se encuentra desplazada en dirección al colector secundario. Los resultados obtenidos tras encontrar la zona hidráulicamente más desfavorable serían:

1. Presiones



**Figura 75.** Presiones obtenidas en la posición más desfavorable del modelo (Fuente: Elaboración propia mediante el programa Epanet)

Estos resultados cumplen los límites marcados por los rociadores, que necesitarían una presión mínima de 3.5 bar (35.7 mca).

2. Velocidades



**Figura 76.** Velocidades obtenidas en la posición más desfavorable del modelo (Fuente: Elaboración propia mediante el programa Epanet)

Como se puede apreciar, la velocidad máxima obtenida en cualquier punto de la red es de 7.38 m/s. Esto cumpliría con las limitaciones de velocidad impuestas por la normativa (6 m/s en el puesto de control y 10 m/s en cualquier punto de la red).

Una vez finalizada la comprobación mediante el cálculo hidráulico presentado, podemos garantizar que las tuberías de la red garantizan el suministro de agua suficiente para extinguir cualquier incendio. En particular, el sistema de rociadores es el que tiene los requisitos de diseño más estrictos, de ahí su importancia a la hora de elaborar una red óptima que cumpla con las restricciones normativas a un coste óptimo.



# ANEXO IV

## PRESUPUESTO

A continuación, se expondrá el presupuesto detallado de los componentes y equipos necesarios para la realización del proyecto:

PRESUPUESTO					
CONCEPTO	UNIDAD	COMENTARIO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>					
DEPÓSITOS DE ABASTECIMIENTO	Ud	Sistemas PCI	2	40.211,00 €	80.422,00 €
Depósitos de almacenamiento de agua atmosférico de 516 m <sup>3</sup> de capacidad (Diámetro de 9,36 m y altura de 7,8 m). Fabricados en chapas de acero galvanizado continuo en caliente superior a 275g/m <sup>2</sup> de zinc (según norma UNE 23500/CEPREVEN).					
GRUPO DE PRESIÓN	Ud	Sistemas PCI	1	46.553,00 €	46.553,00 €
Grupo contra incendios, EBARA AFU12-GS 100-315L/132 EDDJ según normas UNE-EN 12845, CEPREVEN y UNE 23500-2012. Formado por una bomba principal eléctrica, dos diésel y una auxiliar jockey.					
Caudalímetro para grupo contra incendios de tipo rotámetro de lectura directa, instalación sobre tubería horizontal, montaje entre bridas PN 10/16, modelo F DN 150, con diafragma y flotador fabricados en acero inoxidable AISI 316, para una presión máxima de 16 Bar, fondo de escala 450 m <sup>3</sup> /h.	Ud	Sistemas PCI	1	584,00 €	584,00 €
ACOMETIDA PCI RED PUBLICA	Ud	Sistemas PCI	1	1.591,61 €	1.591,61 €
Acometida a la red pública de suministro de agua, con tubería de DN90 de diámetro de PE, incluyendo los trabajos de mano de obra y material necesario para realizar estas tareas, como son: permisos y derechos de acometida, excavación de zanjas e instalación de materiales (arquetas, tubería de alimentación, válvulas, etc.), según normas y criterios de la compañía suministradora.					
CONJUNTO DE MEDICIÓN Y FILTRAJE	Ud	Sistemas PCI	1	476,89 €	476,89 €
Conjunto de medición y filtraje para acometida de agua incendios, compuesto por contador electrónico con un calibre nominal de 90 mm, para una presión de servicio de 16 bar, con equipo de lectura y cable de conexión, según normas de compañía suministradora, incluye filtro autolimpiable, valvulería y parte proporcional de tubería incluyendo acabado/conexionado según proyecto.					

COLECTORES DE ASPIRACIÓN, IMPULSIÓN Y PRUEBAS Suministro y montaje de colectores de aspiración, colector de impulsión y colector de pruebas incluso suministro y montaje de caudalímetro, así como toda la valvulería asociada y elementos de soportación.	Ud	Sistemas PCI	1	12.678,20 €	12.678,20 €
SISTEMA DE CONTROL DE LLENADO DE ALJIBE PCI Suministro e instalación de sistema de llenado de aljibe de PCI.	Ud	Sistemas PCI	1	389,32 €	389,32 €
CONDUCTO EXTRACCIÓN HUMO MOTOR DIESEL Suministro e instalación de conducto para extracción de humos del motor diésel de la sala de bomba de protección contra incendios hasta cubierta.	Ud	Sistemas PCI	1	127,12 €	127,12 €
SILENCIADOR GASES DE ESCAPE MOTOR DIESEL Suministro y montaje de silenciador para gases de escape del motor diésel.	Ud	Sistemas PCI	1	178,98 €	178,98 €
SISTEMA DE CLORACIÓN AUTOMÁTICA DEPÓSITOS PCI Equipo automático de comprobación, filtración y dosificación de cloro para depósito de almacenamiento de agua contra incendios.	Ud	Sistemas PCI	1	1.789,23 €	1.789,23 €
<b>RED DE HIDRANTES EXTERIORES</b>					
CASSETAS DE MATERIAL AUXILIAR (HIDRANTES) Caseta con material auxiliar para el uso de los hidrantes. Montaje exterior a suelo y configuración vertical con cofre y columna soporte independientes. Fabricada en chapa de Acero Galvanizado y con acabado pintado en Poliéster. Puerta encastrada con cerradura de resbalón en termoplástico y precinto de seguridad con llave de cortesía para mantenimiento. Cuenta con rejillas inferiores de aireación y viguetas de refuerzo para unión de cofre con columna reforzada.	Ud	Perímetro edificio	11	1.154,99 €	12.704,89 €

TUBERIA PEAD100, PN-16 bar, DN-300 mm	m	Perímetro edificio	750	104,22 €	78.165,00 €
Red enterrada de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería de polietileno (PE), de 300 mm de diámetro, unión electrosoldable, colocada sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios		Entrada Sector 1-1	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 1-2	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 1-3	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 1-4	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 2-1	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 2-2	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 2-3	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 3-1	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 3-2	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 3-3	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 4-1	11	104,22 €	1.146,42 €
		Entrada Sector 4-2	11	104,22 €	1.146,42 €
		Salida Grupo de Presión	9	104,22 €	937,98 €
	<hr/>				
VÁLVULA SECCIONAMIENTO (HIDRANTES)	Ud	Separación NAVE 1 - NAVE 2	1	3.137,33 €	3.137,33 €
Válvula de compuerta de husillo ascendente y cierre elástico, unión con bridas, de 12" de diámetro, PN=16 bar, formada por cuerpo, disco en cuña y volante de fundición dúctil y husillo de acero inoxidable.		Separación NAVE 1 - NAVE 4	1	3.137,33 €	3.137,33 €
		Separación NAVE 2 - NAVE 3	1	3.137,33 €	3.137,33 €
		Separación NAVE 3 - NAVE 4	1	3.137,33 €	3.137,33 €
	<hr/>				
<b>EXTINTORES</b>					
EXTINTORES DE POLVO ABC	Ud	NAVE 1	-		
Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A/144B/C, de 6 kg de agente extintor. Con manómetro y manguera con boquilla difusora, alojado en armario metálico con puerta acristalada (luna incolora), de 700x280x210 mm.		Sector 1-1	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 1-2	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 1-3	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 1-4	9	112,44 €	1.011,96 €
		NAVE 2	-		
		Sector 2-1	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 2-2	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 2-3	9	112,44 €	1.011,96 €
		NAVE 3	-		
		Sector 3-1	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 3-2	9	112,44 €	1.011,96 €
		Sector 3-3	9	112,44 €	1.011,96 €
		NAVE 4	-		
		Sector 4-1	9	112,44 €	1.011,96 €
	Sector 4-2	9	112,44 €	1.011,96 €	

EXTINTORES DE CO2	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 1-2		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 1-3		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 1-4		1	47,59 €	47,59 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 2-2		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 2-3		1	47,59 €	47,59 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 3-2		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 3-3		1	47,59 €	47,59 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	47,59 €	47,59 €
		Sector 4-2		1	47,59 €	47,59 €

**RED DE BIEs**

TUBERÍA DE ACERO ACS DN-65 mm	m	NAVE 1	-			
Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000, unión ranurada, sin calorífuga, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluido material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.		Anillo 1 (Sectores 1-1 y 1-2)		385	16,69 €	6.425,65 €
		Anillo 2 (Sectores 1-3 y 1-4)		450	16,69 €	7.510,50 €
		NAVE 2	-			
		Anillo 3		540	16,69 €	9.012,60 €
		NAVE 3	-			
		Anillo 4		540	16,69 €	9.012,60 €
		NAVE 4	-			
		Anillo 5		375	16,69 €	6.258,75 €

BIE 45 mm X 20 m	Ud	NAVE 1	-			
Boca de incendios equipada con armario para superficie o empotrar de 450 x 600 x 130 mm. Puerta con visor, bisagras integradas y cerradura de resbalón de fácil apertura. Devanadera de radios. Válvula de asiento con manómetro. Lanza variomatic de triple efecto. Racores Barcelona según UNE-23400 "Uso Ligero" y 15 ó 20 m. de manguera plana de 45 mm. Metacrilato incluido.		Sector 1-1		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 1-2		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 1-3		6	258,59 €	1.551,54 €
		Sector 1-4		6	258,59 €	1.551,54 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 2-2		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 2-3		5	258,59 €	1.292,95 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 3-2		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 3-3		5	258,59 €	1.292,95 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		5	258,59 €	1.292,95 €
		Sector 4-2		6	258,59 €	1.551,54 €

<b>PUESTO DE CONTROL REDUCIDO</b>						
(BIEs)	Ud	NAVE 1	-			
Puesto de control reducido para BIES.		Sector 1-1		1	1.105,20 €	1.105,20 €
Compuesto por válvula de retención Serie 717. Incluye válvula de drenaje y TRIM.		Sector 1-3		1	1.105,20 €	1.105,20 €
Válvula de mariposa Serie 705 y detector de flujo. Modelo PCR del fabricante VICTAULIC.		NAVE 2	-			
		Sector 2-3		1	1.105,20 €	1.105,20 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-3		1	1.105,20 €	1.105,20 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	1.105,20 €	1.105,20 €
<b>ROCIADORES</b>						
PUESTO DE CONTROL (ROCIADORES)	Ud	NAVE 1	-			
Puesto de control sistema húmedo Series 751. Modelo PCH de fabricante VICTAULIC. Elementos que lo componen:		Sector 1-1		1	3.806,24 €	3.806,24 €
- Válvula de alama Serie 751.		Sector 1-2		1	3.806,24 €	3.806,24 €
- Cámara de reparto Serir 752.		Sector 1-3		1	3.806,24 €	3.806,24 €
- Motor de alarma Serie 760.		Sector 1-4		1	3.806,24 €	3.806,24 €
- Interruptor de presión.		NAVE 2	-			
- Válvula de presión.		Sector 2-1		1	3.806,24 €	3.806,24 €
- Válvula de mariposa Serie 705 ensamblada mediante acoplamiento 009N.		Sector 2-2		1	3.806,24 €	3.806,24 €
		Sector 2-3		1	3.806,24 €	3.806,24 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	3.806,24 €	3.806,24 €
		Sector 3-2		1	3.806,24 €	3.806,24 €
		Sector 3-3		1	3.806,24 €	3.806,24 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	3.806,24 €	3.806,24 €
		Sector 4-2		1	3.806,24 €	3.806,24 €
<b>TUBERÍA DE ACERO ACS DN-200 mm</b>						
Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal, de 8" DN 200 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluido material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	m	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		28	75,25 €	2.107,00 €
		Sector 1-2		29	75,25 €	2.182,25 €
		Sector 1-3		24	75,25 €	1.806,00 €
		Sector 1-4		24	75,25 €	1.806,00 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		29	75,25 €	2.182,25 €
		Sector 2-2		29	75,25 €	2.182,25 €
		Sector 2-3		28	75,25 €	2.107,00 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		29	75,25 €	2.182,25 €
		Sector 3-2		29	75,25 €	2.182,25 €
		Sector 3-3		28	75,25 €	2.107,00 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		28	75,25 €	2.107,00 €
		Sector 4-2		29	75,25 €	2.182,25 €

TUBERÍA DE ACERO ACS DN-100 mm Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal, de 4" DN 100 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluido material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	m	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		26	28,28 €	735,28 €
		Sector 1-2		27	28,28 €	763,56 €
		Sector 1-3		22	28,28 €	622,16 €
		Sector 1-4		23	28,28 €	650,44 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		27	28,28 €	763,56 €
		Sector 2-2		27	28,28 €	763,56 €
		Sector 2-3		26	28,28 €	735,28 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		27	28,28 €	763,56 €
		Sector 3-2		27	28,28 €	763,56 €
		Sector 3-3		26	28,28 €	735,28 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		26	28,28 €	735,28 €
		Sector 4-2		27	28,28 €	763,56 €
		TUBERÍA DE ACERO ACS DN-65 mm Red aérea de distribución de agua para abastecimiento de los equipos de extinción de incendios, formada por tubería prefabricada de acero negro con soldadura longitudinal, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro, pintada con resina de epoxi/poliéster color rojo RAL 3000, unión ranurada, sin calorifugar, que arranca desde la fuente de abastecimiento de agua hasta cada equipo de extinción de incendios. Incluido material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	m	NAVE 1	-	
Sector 1-1				876	16,69 €	14.620,44 €
Sector 1-2				876	16,69 €	14.620,44 €
Sector 1-3				920	16,69 €	15.354,80 €
Sector 1-4				920	16,69 €	15.354,80 €
NAVE 2	-					
Sector 2-1				877	16,69 €	14.637,13 €
Sector 2-2				876	16,69 €	14.620,44 €
Sector 2-3				876	16,69 €	14.620,44 €
NAVE 3	-					
Sector 3-1				877	16,69 €	14.637,13 €
Sector 3-2				876	16,69 €	14.620,44 €
Sector 3-3				876	16,69 €	14.620,44 €
NAVE 4	-					
Sector 4-1				876	16,69 €	14.620,44 €
Sector 4-2				876	16,69 €	14.620,44 €



ESFR PENDENT SPRONKLER VK510 (K25.2)	Ud	NAVE 1	-			
Rociador automático colgante de respuesta rápida con ampolla fusible de vidrio frágil de 3 mm de diámetro y disolución alcohólica de color rojo, rotura a 74°C, de 1" (DN 25 mm) de diámetro de rosca, coeficiente de descarga K de 360 (métrico) y acabado lacado color bronce. Accesorios y piezas especiales para conexión a la red de distribución de agua incluidos.		Sector 1-1	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 1-2	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 1-3	315	21,90 €	6.898,50 €	
		Sector 1-4	315	21,90 €	6.898,50 €	
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 2-2	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 2-3	297	21,90 €	6.504,30 €	
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 3-2	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 3-3	297	21,90 €	6.504,30 €	
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1	297	21,90 €	6.504,30 €	
		Sector 4-2	297	21,90 €	6.504,30 €	
	PUNTO DE PRUEBA DEL SISTEMA DE ROCIADORES	Ud	NAVE 1	-		
Punto de pruebas de presión dinámica instalación rociadores, compuesto por manómetro, cola de tocino grifo de comprobación manómetro, válvula de bola 1", tubo de 1" desde ultimo rociador hasta la altura de la mano, terminado en un rociador de 1" abierto de iguales características que los instalados.		Sector 1-1	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 1-2	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 1-3	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 1-4	1	388,51 €	388,51 €	
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 2-2	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 2-3	1	388,51 €	388,51 €	
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 3-2	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 3-3	1	388,51 €	388,51 €	
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1	1	388,51 €	388,51 €	
		Sector 4-2	1	388,51 €	388,51 €	

PUNTO DE LIMPIEZA PARA COLECTOR						
Suministro e instalación de punto de limpieza en colector.	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 1-2		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 1-3		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 1-4		2	284,70 €	569,40 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 2-2		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 2-3		2	284,70 €	569,40 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 3-2		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 3-3		2	284,70 €	569,40 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		2	284,70 €	569,40 €
		Sector 4-2		2	284,70 €	569,40 €

### HUMOS Y CALOR

EXUTORIOS						
	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		20		
		Sector 1-2		20		
		Sector 1-3		20		
		Sector 1-4		20		
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		20		
		Sector 2-2		20		
		Sector 2-3		20		
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		20		
		Sector 3-2		20		
		Sector 3-3		20		
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		20		
		Sector 4-2		20		
		TOTAL		240		974.904,00 €

SISTEMA DE CONTROL DE EXUTORIOS						
	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		1	9.500,00 €	9.500,00 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-3		1	9.500,00 €	9.500,00 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-3		1	9.500,00 €	9.500,00 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	9.500,00 €	9.500,00 €

FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Ud	NAVE 1	-			
Suministro e instalación de fuente de alimentación conmutada de 24Vcc 3A controlada por microprocesador HLSPS25. Salidas independientes protegidas por fusibles térmicos (PTC) y 10 indicadores luminosos de estado, salidas de relé para indicación del estado de la fuente. Dispone de supervisión de la alimentación conmutada y protección contra cortocircuitos. Incorpora un circuito de supervisión de baterías para presencia, nivel y eficacia. Supervisión de derivas a Tierra. Incluye 2 baterías de 12V 7A/h modelo PS1207.		Sector 1-1		1	385,48 €	385,48 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-3		1	385,48 €	385,48 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-3		1	385,48 €	385,48 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	385,48 €	385,48 €
CABLEADO DE ALIMENTACIÓN	m	NAVE 1	-			
Suministro e instalación de cable manguera 2x1,5 mm2 bajo tubo PVC rígido de 20 mm. Incluyendo cajas, accesorios y pequeño material. Totalmente instalado y funcionando.		Bloque 1		1037	2,30 €	2.385,10 €
		NAVE 2	-			
		Bloque 2		780	2,30 €	1.794,00 €
		NAVE 3	-			
		Bloque 3		780	2,30 €	1.794,00 €
		NAVE 4	-			
		Bloque 4		524	2,30 €	1.205,20 €
CORTINAS DE HUMO	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		1	880,15 €	880,15 €
		Sector 1-2		1	880,15 €	880,15 €
		Sector 1-3		1	731,85 €	731,85 €
		Sector 1-4		1	743,13 €	743,13 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	891,44 €	891,44 €
		Sector 2-2		1	880,15 €	880,15 €
		Sector 2-3		1	880,15 €	880,15 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	891,44 €	891,44 €
		Sector 3-2		1	880,15 €	880,15 €
		Sector 3-3		1	880,15 €	880,15 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	880,15 €	880,15 €
		Sector 4-2		1	880,15 €	880,15 €

<b>SECTORIZACIÓN</b>						
<b>RETENEDOR ELECTROMAGNÉTICO PARA PUERTAS</b>						
Electroimán para retención de puerta cortafuegos, de 24 Vcc y 590 N de fuerza máxima de retención, con caja de bornes de ABS, pulsador de desbloqueo y placa de anclaje articulada	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		1	62,90 €	62,90 €
		Sector 1-2		1	62,90 €	62,90 €
		Sector 1-3		1	62,90 €	62,90 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	62,90 €	62,90 €
		Sector 2-2		1	62,90 €	62,90 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	62,90 €	62,90 €
		Sector 3-2		1	62,90 €	62,90 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	62,90 €	62,90 €
<hr/>						
<b>PUERTA CORTAFUEGO PARA SECTORIZACIÓN</b>						
Puerta seccional industrial de apertura vertical, de 5x5 m, formada por panel sándwich, de 40 mm de espesor, de doble chapa de acero galvanizado lacado e interior de lana de roca. Acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior. Incluye sistema de rodamiento lateral provisto de paracaídas y regulador de velocidad.	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		Sector 1-2		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		Sector 1-3		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		Sector 2-2		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		Sector 3-2		1	4.361,68 €	4.361,68 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	4.361,68 €	4.361,68 €
<hr/>						
<b>PUERTA CORTAFUEGO DE ACERO GALVANIZADO</b>						
Puerta cortafuegos pivotante homologada, EI2 30-C5, de una hoja de 63 mm de espesor, 1000x2000 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por 2 chapas de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia de lana de roca de alta densidad y placas de cartón yeso, sobre cerco de acero galvanizado de 1,5 mm de espesor con junta intumescente y garras de anclaje a obra, incluso cierrapuertas para uso frecuente, barra antipánico, tapa ciega para la cara exterior.	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		1	534,73 €	534,73 €
		Sector 1-3		1	534,73 €	534,73 €
		Sector 1-4		2	534,73 €	1.069,46 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		2	534,73 €	1.069,46 €
		Sector 2-3		1	534,73 €	534,73 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		2	534,73 €	1.069,46 €
		Sector 3-3		1	534,73 €	534,73 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	534,73 €	534,73 €
	Sector 4-2		2	534,73 €	1.069,46 €	

<b>DETECCIÓN</b>						
VESDA VEP-A10-P	Ud	NAVE 1	-			
Suministro e instalación de Detector de Humos por Aspiración con cámara de análisis Flair, compuesta por doble haz laser y visión microscópica para análisis por Inteligencia Artificial de partículas.		Sector 1-1		2	5.725,60 €	11.451,20 €
		Sector 1-2		2	5.725,60 €	11.451,20 €
		Sector 1-3		2	5.725,60 €	11.451,20 €
Incorpora:		Sector 1-4		2	5.725,60 €	11.451,20 €
- Panel indicador de estado con 7 pilotos LED y pulsador multifunción		NAVE 2	-			
- Carcasa en material plástico de alta resistencia		Sector 2-1		2	5.725,60 €	11.451,20 €
- 7 relés programables.		Sector 2-2		2	5.725,60 €	11.451,20 €
- 4 entradas para tubería, que conforman una única zona de detección.		Sector 2-3		2	5.725,60 €	11.451,20 €
- Supervisión de flujo de aire por cada entrada de tubería de muestreo.		NAVE 3	-			
- Filtro de aire con chip de control.		Sector 3-1		2	5.725,60 €	11.451,20 €
		Sector 3-2		2	5.725,60 €	11.451,20 €
		Sector 3-3		2	5.725,60 €	11.451,20 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		2	5.725,60 €	11.451,20 €
		Sector 4-2		2	5.725,60 €	11.451,20 €
<hr/>						
PULSADOR MANUAL DE ALARMA	Ud	NAVE 1	-			
Suministro e instalación de pulsador manual de alarma con elemento rearmable, direccionable y con aislador de cortocircuito incorporado M5A-RP02FF-N026-41.		Sector 1-1		5	103,18 €	515,90 €
Direccionamiento sencillo mediante dos roto-switch decádicos (01-159). Dispone de Led que permite ver el estado del equipo.		Sector 1-2		5	103,18 €	515,90 €
Prueba de funcionamiento y rearme mediante llave. Incluye caja para montaje en superficie PS031W y tapa de protección.		Sector 1-3		6	103,18 €	619,08 €
		Sector 1-4		6	103,18 €	619,08 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		5	103,18 €	515,90 €
		Sector 2-2		5	103,18 €	515,90 €
		Sector 2-3		5	103,18 €	515,90 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		5	103,18 €	515,90 €
		Sector 3-2		5	103,18 €	515,90 €
		Sector 3-3		5	103,18 €	515,90 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		5	103,18 €	515,90 €
		Sector 4-2		6	103,18 €	619,08 €

SIRENA ÓPTICO-ACÚSTICA	Ud	NAVE 1	-		
Suministro e instalación de sirena óptico-acústica CWSS-RW-W5 según EN54/23 y EN54/3, con base alta IP65, adecuado tanto para el montaje en pared o techo. el Flash LED de altas prestaciones proporcionando una cobertura de luz omnidireccional W-2,4-8,9 en clase W y C-3-10/ C-6-10 en clase C, Dispone de 32 tonos de alarma seleccionables 107 db a 1m. Alimentación de 9 a 29V. Cumple con los estándares de la construcción CPR, de producto EN54/3, y medioambientales RoHS y WEEE.		Sector 1-1	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 1-2	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 1-3	6	133,83 €	802,98 €
		Sector 1-4	6	133,83 €	802,98 €
		NAVE 2	-		
		Sector 2-1	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 2-2	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 2-3	5	133,83 €	669,15 €
		NAVE 3	-		
		Sector 3-1	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 3-2	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 3-3	5	133,83 €	669,15 €
		NAVE 4	-		
		Sector 4-1	5	133,83 €	669,15 €
		Sector 4-2	6	133,83 €	802,98 €
	<hr/>				
CENTRAL DE DETECCIÓN ID3000	Ud	NAVE 1	1	1.656,77 €	1.656,77 €
Suministro e instalación de central de detección de incendios analógica multiprogramable ID3004-2-001 conectable a la plataforma Cloud CLSS de Honeywell para la sincronización y control de eventos del sistema. Sistema modular equipado con 2 lazos ampliable a 4, con capacidad de 99 detectores y 99 módulos monitores (entrada) o de control (salida) por cada lazo , hasta un total de 396 puntos identificables individualmente, con sensibilidad ajustable de cada sensor al medio ambiente y compatible con sensores láser de alta sensibilidad modelo View, con detectores multicriterio SMART4 y permite la conexión directa al lazo de la nueva gama de equipos de aspiración FAASLT-LT. Gran pantalla LCD de 240X64 píxeles y teclado de programación, 4 circuitos de salida programables supervisados.		NAVE 2	1	1.656,77 €	1.656,77 €
		NAVE 3	1	1.656,77 €	1.656,77 €
		NAVE 4	1	1.656,77 €	1.656,77 €
	<hr/>				
MÓDULO DE 1 ENTRADA M710E	Ud	NAVE 1	-		
Módulo monitor direccionable con 1 circuito de entrada supervisado para la monitorización de equipos de alarma o de señales técnicas que dispongan de contacto libre de tensión. Incorpora circuito aislador de cortocircuito de lazo, led para la indicación del estado del módulo y selector de dirección decádico (01-159)		Sector 1-1	1	89,42 €	89,42 €
		Sector 1-2	1	89,42 €	89,42 €
		Sector 1-3	1	89,42 €	89,42 €
		NAVE 2	-		
		Sector 2-1	1	89,42 €	89,42 €
		Sector 2-2	1	89,42 €	89,42 €
		NAVE 3	-		
		Sector 3-1	1	89,42 €	89,42 €
		Sector 3-2	1	89,42 €	89,42 €
		NAVE 4	-		
	Sector 4-1	1	89,42 €	89,42 €	

MÓDULO DE 2 ENTRADAS M720E	Ud	NAVE 1	-			
Módulo monitor direccionable con 2 circuitos de entrada supervisados para la monitorización de equipos de alarma o de señales técnicas que dispongan de contacto libre de tensión. Incorpora circuito aislador de cortocircuito de lazo, leds para la indicación del estado del módulo y selector de dirección decádico (01-159).		Sector 1-1		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 1-2		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 1-3		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 1-4		1	104,20 €	104,20 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 2-2		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 2-3		1	104,20 €	104,20 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 3-2		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 3-3		1	104,20 €	104,20 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	104,20 €	104,20 €
		Sector 4-2		1	104,20 €	104,20 €
	MÓDULO DE 10 ENTRADAS NFXI-MM10	Ud	NAVE 1	-		
Módulo monitor direccionable con protocolo OPAL de 10 circuitos de entrada para la supervisión de equipos de iniciación de alarma o señales técnicas que dispongan de contacto libre de tensión. Incluye aislador de cortocircuito. Permite el conexionado de los dispositivos en bucle abierto o cerrado (con bucle cerrado, se limita el número de entradas a 5). Se conecta directamente al lazo de comunicaciones y es compatible con todas las centrales analógicas de NOTIFIER. Dispone de microinterruptores para direccionamiento decádico (1-159) e indicadores LED tricolor controlados por el panel.		Sector 1-1		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 1-2		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 1-3		2	362,58 €	725,16 €
		Sector 1-4		2	362,58 €	725,16 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 2-2		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 2-3		1	362,58 €	362,58 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 3-2		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 3-3		1	362,58 €	362,58 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	362,58 €	362,58 €
		Sector 4-2		1	362,58 €	362,58 €

MÓDULO DE 1 SALIDA M701E	Ud	NAVE 1	-			
Módulo de control direccionable para la activación de sistemas de señalización, puertas, compuertas cortafuego, solenoides, etc. Dispone de 1 circuito de salida configurable, mediante microinterruptor, como salida supervisada con RFL o en forma relé con contactos libres de tensión. Incorpora circuito aislador de cortocircuito de lazo, led para la indicación del estado del módulo y selector de dirección decádico (01-159).		Sector 1-1		2	99,27 €	198,54 €
		Sector 1-2		1	99,27 €	99,27 €
		Sector 1-3		1	99,27 €	99,27 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	99,27 €	99,27 €
		Sector 2-2		1	99,27 €	99,27 €
		Sector 2-3		1	99,27 €	99,27 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	99,27 €	99,27 €
		Sector 3-2		1	99,27 €	99,27 €
		Sector 3-3		1	99,27 €	99,27 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		2	99,27 €	198,54 €
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	Ud	NAVE 1	-			
Suministro e instalación de fuente de alimentación conmutada de 24Vcc 3A controlada por microprocesador HLSPS25. Salidas independientes protegidas por fusibles térmicos (PTC) y 10 indicadores luminosos de estado, salidas de relé para indicación del estado de la fuente. Dispone de supervisión de la alimentación conmutada y protección contra cortocircuitos. Incorpora un circuito de supervisión de baterías para presencia, nivel y eficacia. Supervisión de derivas a Tierra. Incluye 2 baterías de 12V 7A/h modelo PS1207.		Sector 1-1		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 1-2		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 1-3		3	385,48 €	1.156,44 €
		Sector 1-4		2	385,48 €	770,96 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 2-2		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 2-3		1	385,48 €	385,48 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 3-2		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 3-3		1	385,48 €	385,48 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		2	385,48 €	770,96 €
		Sector 4-2		1	385,48 €	385,48 €



<p>CABLEADO DE ALIMENTACIÓN</p> <p>Suministro e instalación de cable manguera 2x1,5 mm<sup>2</sup> bajo tubo PVC rígido de 20 mm. Incluyendo cajas, accesorios y pequeño material. Totalmente instalado y funcionando.</p>	m	NAVE 1	-			
		Sector 1-1	28	2,30 €	64,40 €	
		Sector 1-2	30	2,30 €	69,00 €	
		Sector 1-3	40	2,30 €	92,00 €	
		Sector 1-4	37	2,30 €	85,10 €	
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1	29	2,30 €	66,70 €	
		Sector 2-2	27	2,30 €	62,10 €	
		Sector 2-3	27	2,30 €	62,10 €	
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1	29	2,30 €	66,70 €	
		Sector 3-2	27	2,30 €	62,10 €	
		Sector 3-3	27	2,30 €	62,10 €	
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1	28	2,30 €	64,40 €	
		Sector 4-2	30	2,30 €	69,00 €	
<p>CABLEADO DE LAZO ANALOGICO</p> <p>Suministro e instalación de metro lineal de cable manguera para el lazo analógico. Formado por un par de hilos trenzados y apantallados, de sección 2,5 mm<sup>2</sup> de la marca HONEYWELL LIFE SAFETY. Trenzado de 20 vueltas por metro. Pantalla de aluminio con hilo de drenaje. Resistente al fuego según UNE 50200. De color rojo y cobre pulido flexible, resistente al fuego y libre de halógenos. Aislamiento de silicona. Instalado bajo tubo corrugado de 16mm. Ejecución en superficie y en ciertos tramos empotrado. Incluso p.p. de cajas de derivación, regletas, soportes y pequeño material.</p>	m	NAVE 1	-			
		Lazo perimetral 1	860	6,65 €	5.719,00 €	
		NAVE 2	-			
		Lazo perimetral 2	620	6,65 €	4.123,00 €	
		NAVE 3	-			
		Lazo perimetral 3	620	6,65 €	4.123,00 €	
NAVE 4	-					
Lazo perimetral 4	420	6,65 €	2.793,00 €			

TUBERÍA DE ASPIRACIÓN	m	NAVE 1	-			
Suministro e instalación de tubería ignífuga 530-TUB-V0 para sistema de detección por aspiración de diámetro exterior de 25mm e interior de 21mm y material ABS-V0 (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno), libre de halógenos y auto-extinguible. Color Rojo. Incluso parte proporcional de accesorios y soportación.		Sector 1-1	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		382		
		Sector 1-2	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		384		
		Sector 1-3	-			
		Subida		132		
		Longitudinal		484		
		Sector 1-4	-			
		Subida		132		
		Longitudinal		482		
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		384		
		Sector 2-2	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		384		
		Sector 2-3	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		384		
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		384		
		Sector 3-2	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		389		
		Sector 3-3	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		384		
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		388		
		Sector 4-2	-			
		Subida		66		
		Longitudinal		389		
		TOTAL		5742		
		Tramos de 30 mt.		192	178,66 €	34.302,72 €

SEÑALIZACIÓN							
SEÑAL FOTOLUMINISCENTE DE EXTINTOR	Ud	NAVE 1	-				
Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm.		Sector 1-1		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 1-2		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 1-3		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 1-4		9	5,79 €	52,11 €	
		NAVE 2	-				
		Sector 2-1		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 2-2		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 2-3		9	5,79 €	52,11 €	
		NAVE 3	-				
		Sector 3-1		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 3-2		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 3-3		9	5,79 €	52,11 €	
		NAVE 4	-				
		Sector 4-1		9	5,79 €	52,11 €	
		Sector 4-2		9	5,79 €	52,11 €	
	SEÑAL FOTOLUMINISCENTE BIE	Ud	NAVE 1	-			
	Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm.		Sector 1-1		5	5,79 €	28,95 €
			Sector 1-2		5	5,79 €	28,95 €
			Sector 1-3		6	5,79 €	34,74 €
			Sector 1-4		6	5,79 €	34,74 €
		NAVE 2	-				
		Sector 2-1		5	5,79 €	28,95 €	
		Sector 2-2		5	5,79 €	28,95 €	
		Sector 2-3		5	5,79 €	28,95 €	
		NAVE 3	-				
		Sector 3-1		5	5,79 €	28,95 €	
		Sector 3-2		5	5,79 €	28,95 €	
		Sector 3-3		5	5,79 €	28,95 €	
		NAVE 4	-				
		Sector 4-1		5	5,79 €	28,95 €	
		Sector 4-2		6	5,79 €	34,74 €	

<b>SEÑAL FOTOLUMINISCENTE PULSADOR</b>						
Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm.	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 1-2		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 1-3		6	5,79 €	34,74 €
		Sector 1-4		6	5,79 €	34,74 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 2-2		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 2-3		5	5,79 €	28,95 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 3-2		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 3-3		5	5,79 €	28,95 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		5	5,79 €	28,95 €
		Sector 4-2		6	5,79 €	34,74 €
<b>SEÑAL FOTOLUMINISCENTE SALIDA DE EMERGENCIA</b>						
Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 320x160 mm.	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-3		1	5,90 €	5,90 €
		Sector 1-4		2	5,90 €	11,80 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		2	5,90 €	11,80 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		2	5,90 €	11,80 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-2		2	5,90 €	11,80 €
<b>SEÑAL FOTOLUMINISCENTE SALIDA</b>						
Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 420x150 mm.	Ud	NAVE 1	-			
		Sector 1-1		4	6,48 €	25,92 €
		Sector 1-2		3	6,48 €	19,44 €
		Sector 1-3		2	6,48 €	12,96 €
		Sector 1-4		1	6,48 €	6,48 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	6,48 €	6,48 €
		Sector 2-2		3	6,48 €	19,44 €
		Sector 2-3		4	6,48 €	25,92 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	6,48 €	6,48 €
		Sector 3-2		3	6,48 €	19,44 €
		Sector 3-3		4	6,48 €	25,92 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		3	6,48 €	19,44 €
		Sector 4-2		1	6,48 €	6,48 €

<b>SEÑAL FOTOLUMINISCENTE</b>							
<b>DIRECCIÓN SALIDA DCHA</b>							
Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 320x160 mm.	Ud	NAVE 1	-				
		Sector 1-1	9	5,90 €		53,10 €	
		Sector 1-2	12	5,90 €		70,80 €	
		Sector 1-3	10	5,90 €		59,00 €	
		Sector 1-4	10	5,90 €		59,00 €	
		NAVE 2	-				
		Sector 2-1	12	5,90 €		70,80 €	
		Sector 2-2	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 2-3	11	5,90 €		64,90 €	
		NAVE 3	-				
		Sector 3-1	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 3-2	12	5,90 €		70,80 €	
		Sector 3-3	10	5,90 €		59,00 €	
		NAVE 4	-				
		Sector 4-1	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 4-2	12	5,90 €		70,80 €	
	<hr/>						
	<b>SEÑAL FOTOLUMINISCENTE</b>						
	<b>DIRECCIÓN SALIDA IZDA</b>						
Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 320x160 mm.	Ud	NAVE 1	-				
		Sector 1-1	10	5,90 €		59,00 €	
		Sector 1-2	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 1-3	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 1-4	11	5,90 €		64,90 €	
		NAVE 2	-				
		Sector 2-1	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 2-2	12	5,90 €		70,80 €	
		Sector 2-3	9	5,90 €		53,10 €	
		NAVE 3	-				
		Sector 3-1	12	5,90 €		70,80 €	
		Sector 3-2	11	5,90 €		64,90 €	
		Sector 3-3	11	5,90 €		64,90 €	
		NAVE 4	-				
		Sector 4-1	10	5,90 €		59,00 €	
		Sector 4-2	12	5,90 €		70,80 €	

SEÑAL FOTOLUMINISCENTE						
EXTINTOR CO2	Ud	NAVE 1	-			
Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.		Sector 1-1		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 1-2		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 1-3		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 1-4		1	5,79 €	5,79 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 2-2		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 2-3		1	5,79 €	5,79 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 3-2		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 3-3		1	5,79 €	5,79 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		1	5,79 €	5,79 €
		Sector 4-2		1	5,79 €	5,79 €
	<hr/>					
ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	Ud	NAVE 1	-			
Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Instalación en superficie en zonas comunes. Incluso accesorios y elementos de fijación.		Sector 1-1		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 1-2		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 1-3		13	41,73 €	542,49 €
		Sector 1-4		12	41,73 €	500,76 €
		NAVE 2	-			
		Sector 2-1		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 2-2		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 2-3		11	41,73 €	459,03 €
		NAVE 3	-			
		Sector 3-1		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 3-2		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 3-3		11	41,73 €	459,03 €
		NAVE 4	-			
		Sector 4-1		11	41,73 €	459,03 €
		Sector 4-2		11	41,73 €	459,03 €
	<hr/>					
					<b>TOTAL 1.996.831,38 €</b>	

El presupuesto del presente proyecto asciende al total de **UN MILLÓN NOVECIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS.**

# REFERENCIAS

---

- [1] Manusa, Ferroflex, s.d., «Puertas cortafuego», *Catálogo*.
- [2] Linde, s.d., «Planificación, instalación y funcionamiento de un almacén de pasillos estrechos con sistemas de carretillas Linde», *SOLUCIONES PARA ALMACENES DE PASILLOS ESTRECHOS*.
- [3] Tecnifuego, s.d., «CÓDIGO PRÁCTICO PARA EL DISEÑO, INSTALACIÓN, PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE DETECCIÓN DE HUMO POR ASPIRACIÓN (DHA)», 2ªed., Fire Industry Association.
- [4] Vision Fire & Security, VESDA, 2001, «Almacenes», *GUIA DE DISEÑO*.
- [5] xtralis, 2019, «VESDA-E VEP», *Technical data*.
- [6] Fire Industry Association, 2011, «Smoke Detection in High Spaces using ASD», *Fact File 45*.
- [7] Viking, 2009, «ESFRE PENDENT SPRINKLER VK510 (K25.2)», *Technical data*.
- [8] Johnson Controls, s.d., «TYCO ESFR-K34 VS. ESFR 28», *Confidential Presentation*.
- [9] Victaulic, s.d., «Válvula de control de alarma FireLock SERIE 751», *MANUAL DE INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y PRUEBAS*.
- [10] Victaulic, 2014., «FireLock® Alarm Check Valve and European Alarm Check Valve Stations Series 751», *Technical data*.
- [11] Cottes Group, s.d., «Eura Excellent - Aireador de lamas de alto aislamiento», *Hoja de producto*.

