



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN UNA NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LOGÍSTICA.

TRABAJO FINAL DE GRADO
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

AUTOR: JOSÉ LUIS PAINO MONREAL
TUTOR: NORBERTO FEITO SÁNCHEZ

SEPTIEMBRE DEL 2020

RESUMEN

El presente proyecto es la realización del diseño de un sistema de protección contra incendios para un almacén de logística del sector del mueble. El sistema proveerá de abastecimiento de agua a todo el recinto, y estará calculado para cumplir con la normativa vigente y poder minimizar los costes económicos que supondría un incendio.

El almacén está destinado a acoger mercancía como mobiliario de oficina y similar, con lo que se realizará un estudio de la solución óptima a adoptar, contando con todos los sistemas de extinción que se disponen en la actualidad. Dentro de esta solución, se contemplará un plan de prevención para una situación de emergencia causada por un incendio, el cálculo y diseño de las instalaciones además de los planos donde se plasmarán las dimensiones de la nave y los sistemas adoptados como solución.

Para la realización se ha tenido en cuenta el cumplimiento de la normativa vigente, siendo el vinculante para este tipo de establecimientos el “Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.” BOE-A-2004-21216. También se han tenido en cuenta los requisitos estructurales fijados en el Código Técnico de Edificación y las normativas vinculantes a los equipos de protección tanto activa como pasiva.

Para diseñar la instalación, se priorizará por este orden, la seguridad del personal de trabajo, el coste económico de la instalación y los daños materiales de la nave, ya que al ser un almacén logístico las pérdidas estarían más vinculadas a la parada de la actividad que a la pérdida de material.

RESUM

El present projecte és la realització del disseny d'un sistema de protecció contra incendis per a un magatzem de logística del sector del moble. El sistema proveirà de proveïment d'aigua a tot el recinte, i estarà calculat per a complir amb la normativa vigent i poder minimitzar els costos econòmics que suposaria un incendi.

L'emmagatzematge està destinat a productes mobiliaris, amb el que es realitzarà un estudi de la solució òptima a adoptar, comptant amb tots els sistemes d'extinció que es disposen en l'actualitat. Dins d'aquesta solució, es contemplarà un pla de prevenció per a una situació d'emergència causada per un incendi, el càlcul i disseny de les instal·lacions a més dels plans on es plasmaran les dimensions de la nau i els sistemes adoptats com a solució.

Per a la realització s'ha tingut en compte el compliment de la normativa vigent, sent el vinculant per a aquesta mena d'establiments el "Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales." BOE-A-2004-21216. També s'ha tingut en compte els requisits estructurals fixats en el *CTE i les normatives vinculants als equips de protecció tant activa com passiva.

Per a dissenyar la instal·lació, es prioritzarà per aquest ordre, la seguretat del personal de treball, el cost econòmic de la instal·lació i els danys materials de la nau, ja que a l'ésser un magatzem logístic les pèrdues estarien més vinculades a la parada de l'activitat que a la perduda de material.

ABSTRACT

This project is the realization of the design of a fire protection system for a logistics warehouse in the furniture sector. The system will provide water supply to the entire site and will be designed to comply with current regulations and to minimize the economic impact that a fire would entail.

The storehouse is intended for furniture products. A study of the optimal solution to be adopted will be carried out, considering on all the extinguishing systems that are currently available. Within this solution, a prevention plan is contemplated for an emergency situation caused by a fire. The calculation and design of the facilities are also including, in addition to the plans where the dimensions of the warehouse and the systems adopted as a solution will be reflected.

Compliance with current regulations has been taken into account, being the binding for this type of establishments the "Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales", published in BOE-A-2004-21216. The structural requirements established in the CTE and the binding regulations for both active and passive protection equipment have also been considered.

To design the installation, the safety of the work personnel, the economic cost of the installation and the material damage of the ship will be prioritized in this order, since as it is a logistics warehouse, losses would be more linked to the stoppage of the activity than to the loss of material.

ÍNDICE

I.	MEMORIA.....	1
1	INTRODUCCIÓN.....	2
1.1	Los sistemas de seguridad contra incendios	2
1.2	Objetivo del proyecto	3
1.3	Alcance.....	3
1.4	Estructura del documento	4
2	NORMATIVA DE APLICACIÓN	6
3	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RECINTO.....	8
3.1	Emplazamiento del recinto.....	8
3.2	Descripción del recinto	9
3.3	Accesibilidad al recinto	10
3.4	Descripción de la actividad	10
4	PLAN DE EMERGENCIA.....	13
4.1	Objetivos del Plan de Emergencia	13
4.2	Aspecto temporal	13
4.3	Esquema de actuación.....	14
4.4	Organigrama de actuación.....	16
4.5	Grados de emergencia.....	16
4.6	Evacuación del personal	16
4.7	Funciones del comité de autoprotección	17
5	CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL CON RELACIÓN A LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	19
5.1	Clasificación de la configuración y ubicación del recinto con relación a su entorno 19	
5.2	Sectorización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.....	20
5.2.1	Cálculo de la densidad de carga.....	21
5.2.2	Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	25
6	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	27
6.1	Ubicaciones restringidas de sectores de incendio con actividad industrial	27

6.2	Máxima superficie admisible por sector según su nivel de riesgo	27
6.3	Materiales	28
6.4	Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes.....	29
6.5	Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.....	31
6.6	Evacuación del establecimiento industrial	31
6.7	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.	33
6.7.1	Cálculo de la evacuación de humos	34
6.7.1.1	<i>Extracción natural</i>	34
6.7.1.2	<i>Depósito de humo</i>	34
6.7.1.3	<i>Altura libre de humos</i>	34
6.7.1.4	<i>Modelo de incendio</i>	35
6.7.1.5	<i>Caudal de aire que entra dentro de un penacho ascendente de humos por encima de un incendio</i>	36
6.7.1.6	<i>Temperatura de la capa de humos</i>	36
6.7.1.7	<i>Superficie aerodinámica total de aireadores naturales</i>	37
6.7.1.8	<i>Número de exutorios de salida que se deben instalar</i>	38
6.7.1.9	<i>Admisión de aire de entrada</i>	38
6.7.2	Solución adoptada	38
6.7.2.1	<i>Configuración de los exutorios de extracción</i>	39
6.7.2.2	<i>Configuración de los exutorios de admisión</i>	40
6.8	Almacenamientos	40
6.9	Riesgo de fuego forestal	41
7	JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	42
7.1	Sistemas automáticos de detección de incendios.....	42
7.2	Sistemas manuales de alarma de incendio.....	43
7.3	Sistemas de comunicación de alarma.....	45
7.4	Sistemas de hidrantes exteriores.	45
7.5	Extintores de incendio	46
7.6	Sistemas de bocas de incendio equipadas.	48
7.6.1	Cálculo del caudal y diámetro de la tubería.	49
7.6.2	Cálculo de la pérdida de carga.....	50
7.7	Sistemas de columna seca	52
7.8	Sistemas de rociadores automáticos de agua	53
7.9	Sistemas de agua pulverizada.....	53

7.10	Sistemas de espuma física	54
7.11	Selección del grupo de presión.....	54
7.12	Cálculo del depósito de abastecimiento de agua	55
7.13	Sistemas de extinción por polvo	55
7.14	Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos	56
7.15	Sistemas de alumbrado de emergencia.....	56
7.16	Señalización	58
8	RESUMEN	60
9	REFERENCIAS.....	62
II.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	64
	OBJETO	65
	CONDICIONES TÉCNICAS	65
	Extintores de polvo seco.....	65
	Pulsadores manuales de alarma de incendios.	66
	Detector automático de incendio.....	67
	Central para detección de incendios	67
	Sistema de comunicación de alarma	68
	Bocas de incendio equipadas (Bies)	69
	Grupo de bombeo	70
	Depósito de abastecimiento.....	71
	Red de abastecimiento	72
	Sistema de ventilación.....	72
	Sistema de alumbrado de emergencia.....	73
III.	PRESUPUESTO	75
	TABLA DE CÁLCULO PARA EL PRESUPUESTO	76
	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	77
IV.	PLANOS.....	78
	PLANO DE SITUACIÓN	81
	PLANO GENERAL DE CONJUNTO	82
	VÍAS DE EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIOS	83
	INSTALACIÓN PCI DEL ESTABLECIMIENTO.....	84

Parte I

I. MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Los sistemas de seguridad contra incendios

Las naves industriales son edificaciones destinadas al almacenamiento o la producción de bienes industriales. El ingeniero responsable del diseño de la nave industrial debe conocer la finalidad a la que se va a destinar dicha nave. El ingeniero, también es responsable de realizar un análisis previo teniendo en cuenta la normativa correspondiente, con el fin de calcular y dimensionar una nave que cumpla con los requisitos legales correspondientes. Una vez finalizada la construcción de la nave industrial hay que proceder a la implementación de la instalación de protección contra incendios siguiendo el *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales* [1].

Realizar cualquier tipo de actividad industrial sin la toma de ninguna medida de prevención contra una emergencia, en este caso, un incendio, conlleva pérdidas que son extremadamente difíciles de afrontar para cualquier empresa. No solo se habla de los daños materiales, sino de los gastos que conllevaría una negligencia o falta de medidas de prevención y protección frente a un daño que se pudiera ocasionar al personal de trabajo dentro de la empresa.

Un ejemplo representativo de este tipo de desastres es el Incendio de la nave de Fontestad en Valencia ocurrido en Museros en 10 de mayo de 2012. Este incendio fue causado por un fallo eléctrico de suministro en un evaporador de una cámara frigorífica. Se tuvieron que evacuar a 250 trabajadores, los cuales afortunadamente no sufrieron lesiones graves. El fuego se propagó por todas las instalaciones y 45.000 m² fueron devorados por el fuego. Las pérdidas materiales se evaluaron en 21 millones de euros, pero fueron seguramente muchas más debido a la inactividad a la que tuvo que someterse la empresa, la reestructuración de toda la planta, y las indemnizaciones que seguro tuvieron los empleados por daños y perjuicios.



Figura 1.1. Captura del Incendio en Fontestad, Valencia.

Otro ejemplo relevante en la Comunidad Valenciana es el desastre ocurrido en Carlet. Este incendio se originó el 18 de Julio de 2005 en una nave industrial de Carlet que acabó con la vida de dos trabajadores de la empresa. El fuego se originó por un cortocircuito y se expandió rápidamente por los 8.300 m² de superficie de la nave, llegando a calcinar también las naves colindantes. Se achacó a la empresa las faltas de medidas preventivas y la poca información de cómo combatir el incendio que se había dado a los trabajadores. La empresa no contaba con un plan específico de evacuación, ni la instalación de alarmas en todos los sectores, dificultando así el posible escape de sus ocupantes. Se declararon millones de pérdidas, teniendo que afrontar los costes y dejando la empresa al borde de la quiebra. Pero lo más desafortunado fueron, sin duda, las dos vidas que se cobró aquel fatídico incendio.



Figura 1.2. Imagen del incendio en la zona industrial de Carlet, Valencia.

Como consecuencia a estas y otras tragedias, el sistema público ha legislado al respecto, estableciendo así una serie de normas y reglas a las que ceñirse, que consiguen minimizar las consecuencias derivadas de la propagación del fuego. Estas medidas contra estas emergencias son de obligatorio cumplimiento por parte de la empresa.

1.2 Objetivo del proyecto

El objeto de este proyecto es el cálculo y diseño de una instalación de un sistema de protección contra incendios con la finalidad del cumplimiento de la normativa vigente en una nave industrial destinada a la logística de muebles de madera. Para ello, se tendrá que acudir al *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales* [1].

La nave consta de diversos sectores que se dividen según el tipo de actividad. Desde el sector de almacenamiento de la mercancía hasta la zona de recepción para la entrada de personal de oficinas, clientes y proveedores.

En este proyecto se estudiarán las condiciones de sectorización, extinción y evacuación de un posible incendio dentro de la nave para elegir una solución eficaz que cumpla con la normativa y que sea capaz de minimizar las consecuencias que tendría la propagación del fuego.

Este sistema se implantará una vez finalizada la construcción del establecimiento, que tendrá que estar edificado en base al *Código Técnico de la Edificación* [2]. Para ello, deberá cumplir los requisitos fijados para impedir daños estructurales que puedan causar un fallo en el edificio.

1.3 Alcance

Este proyecto abarca el diseño y el cálculo de una instalación contra incendios en una nave industrial destinada a la logística de muebles de madera. Se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Prevenir un posible incendio, dotando a todo el personal de medios para poder combatir cualquier foco producido dentro de las instalaciones.
- Proteger al personal de trabajo de las instalaciones, para no acarrear con daños personales ante un posible incendio.

- Proteger el material de la nave, tanto como sea posible, sin poner en peligro la seguridad del personal de trabajo, estableciendo un plan de actuación.

Para establecer las medidas necesarias, cumpliendo siempre con la legislación vigente, se han dispuesto una serie de cálculos que permiten evaluar el riesgo y ofrece las distintas alternativas a las que se puede hacer frente.

Esta instalación también tendrá en cuenta el aspecto económico, ya que dependiendo de la inversión que vaya a realizar el promotor de la obra se podrán optar por una serie de medidas u otras.

Finalmente, comentar que siempre se priorizará la minimización de los posibles daños causados al personal, anteponiendo su integridad física a los bienes materiales que se puedan albergar en el establecimiento.

1.4 Estructura del documento

Dentro de este documento, se diferencian 9 secciones:

1. **Introducción.** En el primer apartado se introduce el proyecto, se indica el objetivo y alcance del mismo y se establece la estructura del documento.
2. **Normativa de aplicación.** A continuación, se expone la normativa vigente a la que está vinculada este proyecto. Toda la normativa será de obligado cumplimiento, desde la que reúne los requisitos del diseño y ejecución de la instalación hasta la que requieren los elementos de protección ya sean activos y pasivos.
3. **Descripción general del recinto.** En esta sección se explica el tipo de actividad ejercida dentro del establecimiento industrial, además de exponer su localización y espacios colindantes.
4. **Plan de emergencia.** En este apartado se tratarán todos los aspectos fundamentales que debe poseer un plan de emergencia, desde las instrucciones a seguir en el caso de una emergencia, hasta la organización del personal en el caso de que se esta se produzca.
5. **Caracterización del establecimiento industrial con relación a la seguridad contra incendios.** En este apartado se establece el riesgo que supone la actividad ejercida dentro de la nave teniendo en cuenta los cálculos que están establecidos dentro de la norma.
6. **Requisitos constructivos del establecimiento industrial según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.** En este apartado se comprobará el cumplimiento del espacio máximo asociado a cada sector de la nave, la ubicación del establecimiento y los elementos estructurales de esta.
7. **Justificación del diseño de la instalación contra incendios.** Aquí se justificará mediante cálculos y medidas todos los elementos de protección activos y pasivos de los que se dotará la instalación.
8. **Resumen.** Se expondrá una tabla resumen con todos los equipos, y su requerimiento o no según la norma.

9. **Referencias.** Aquí se referenciarán las normativas a las que se ha vinculado la memoria.

Tras la memoria, se incluye el pliego de condiciones, el presupuesto de la instalación y los planos.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Las normativas aplicadas al proyecto, para cumplir con las disposiciones mínimas legales, son las siguientes:

- *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales* [1]. R.D. 2267/2004. Este Real Decreto tiene como objetivo el cumplimiento en medidas de seguridad en caso de incendio en establecimientos industriales y distinguiéndolos según su tipo de actividad.
- *Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios* [3]. R.D. 513/2017. Reglamento que especifica las características del equipo de protección activa frente a un incendio.
- *Código Técnico de la Edificación*. R.D. 314/2006 [2]. Reglamento en el cual se recogen todos los aspectos estructurales a tener en cuenta para, en este caso, tener una seguridad frente a la posibilidad de que se dé un colapso de la estructura por un incendio, además de recoger elementos básicos para garantizar la seguridad frente al fuego como distribución de espacios y elementos de paso. Dentro de este Código Técnico se encuentran también los Documentos Básicos donde se incurre en la garantización del cumplimiento del CTE.
- Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96. R.D. 2177/1996 [4]. Condiciones de protección contra incendios en los edificios. Normativa aplicable a la edificación de un establecimiento industrial en la cual se detallan los requerimientos estructurales frente a un incendio.
- Normas UNE. Son un conjunto de normas experimentales e informes (estándares) creados en los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización (UNE, antes llamada AENOR). A las que se hace referencia en este proyecto son:
 - UNE-EN 13501-1:2002 [5]: 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.
 - UNE-EN 13501-2:2004 [6]: Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: clasificación a partir de datos obtenidos en los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
 - UNE-EN 3-7:2004 [7]: Extintores portátiles de incendios. Parte 7. Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.
 - UNE 23500: 2018. [8]: Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
 - UNE 23585:2017 [9]: Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.

- UNE 23033-1:2019 [10]: Seguridad contra incendios. Señalización.
- UNE 23093 – 1: 1998. [11]: Ensayos de resistencia al fuego.
- UNE 23727: 1990. [12]: Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL RECINTO

La contratación de este proyecto la lleva a cabo una empresa ubicada en el sector del mueble. Esta empresa ha decidido destinar parte de sus beneficios en la compra de una nave industrial destinada a mejorar la logística de sus productos, minimizando tiempos en la distribución de sus mercancías y mejorar así la atención al cliente final.

La empresa ha optado por implementar un sistema de protección contra incendios para cumplir con la legislación vigente y no incurrir en daños irreparables en su imagen y en su personal de trabajo ante la posible propagación de un fuego en el interior del edificio. Para evitar estos daños, se debe hacer frente con todos los medios disponibles. Así pues, dentro del ámbito de la lucha contra incendios se distinguen principalmente dos clases de protección diferente: la protección activa y la protección pasiva.

- La **protección pasiva** contra incendios abarca todos los materiales, sistemas y técnicas, diseñados para prevenir la aparición de un incendio, evitar o retardar su propagación, y facilitar por último su extinción. Dentro de esta encontramos algunos métodos como pueden ser:
 - Protección de estructuras.
 - Sellado de penetraciones.
 - Separación de sectores.
 - Emisión de agua por medio de rociadores.
- La **protección activa** contra incendios desempeña un papel curativo y representa todos los sistemas de detección y extinción de incendios (detectores, rociadores, extintores, etc.), por lo tanto, está destinada a advertir a los usuarios de un incendio y actuar sobre él a través de una intervención automática o humana.

3.1 Emplazamiento del recinto

La nave industrial sobre la que se realiza el proyecto está situada en el Parque Industrial Juan Carlos I Avenida Henry Ford 25, Almussafes 46225, Valencia. Las coordenadas geográficas son 39.312048, -0.424698. En las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3 se pueden ver diferentes vistas vía satélite de la localización del recinto.

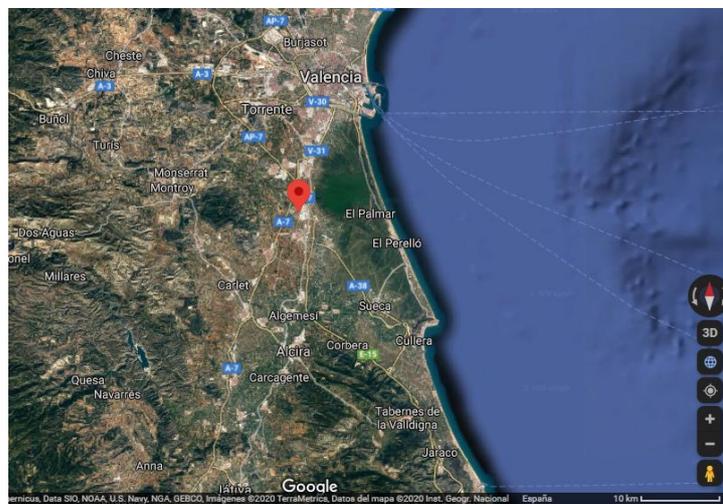


Figura 3.1. Vista satélite a nivel provincial

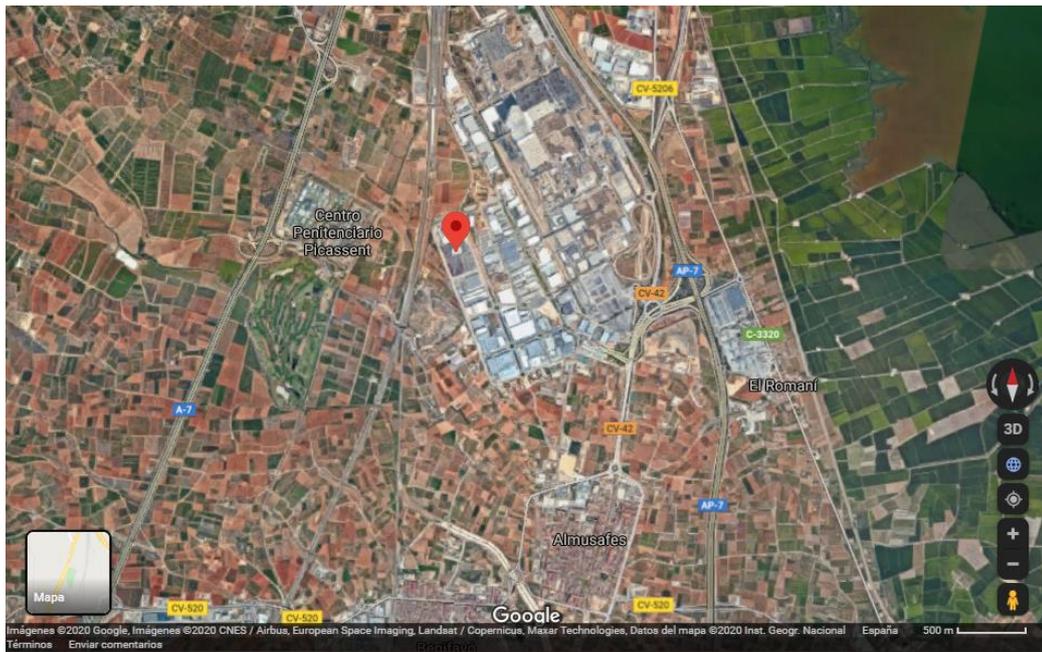


Figura 3.2. Vista de satélite a nivel comarcal.

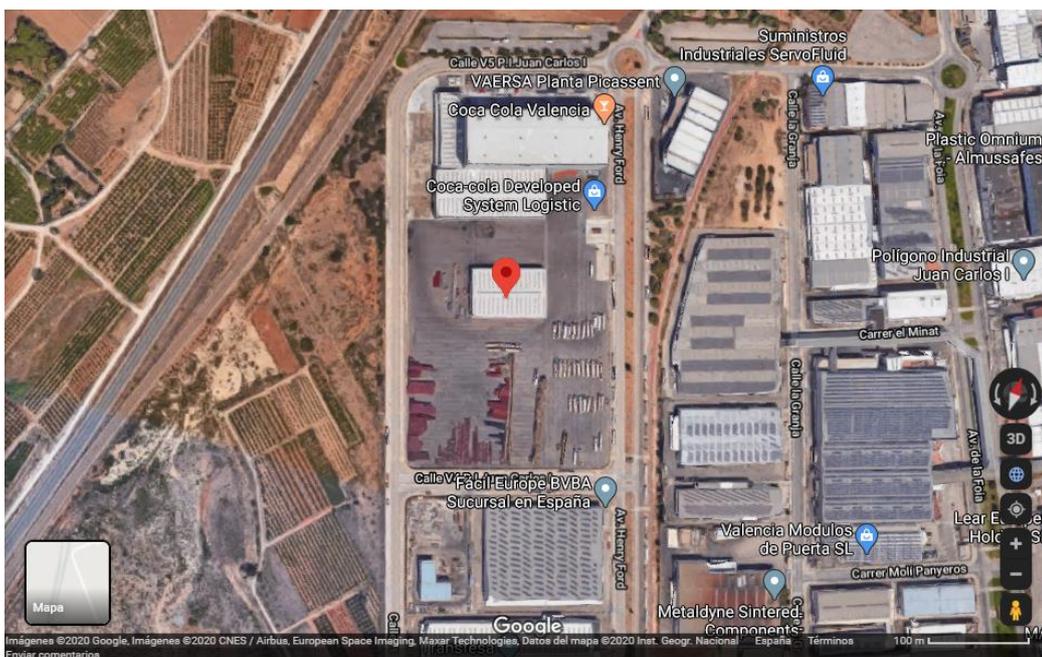


Figura 3.3. Vista satélite a nivel municipal.

3.2 Descripción del recinto

La nave, es una edificación de tipología aislada y sin masa forestal circundante, donde la más próxima se encuentra a 100 m desde el perímetro de la nave.

El establecimiento industrial está edificado sobre una parcela de una hectárea. El edificio se distribuye en 1664 m² y está fabricado sobre una losa de hormigón armado, siendo este el material de toda la estructura, sin incluir las vigas que son de acero. El tejado está construido con un panel sándwich a dos aguas. La superficie construida se divide en 5 sectores; almacén,

oficinas, vestuarios y aseos, recepción y sala de juntas. La distribución está efectuada según se muestra en la Figura 3.4.

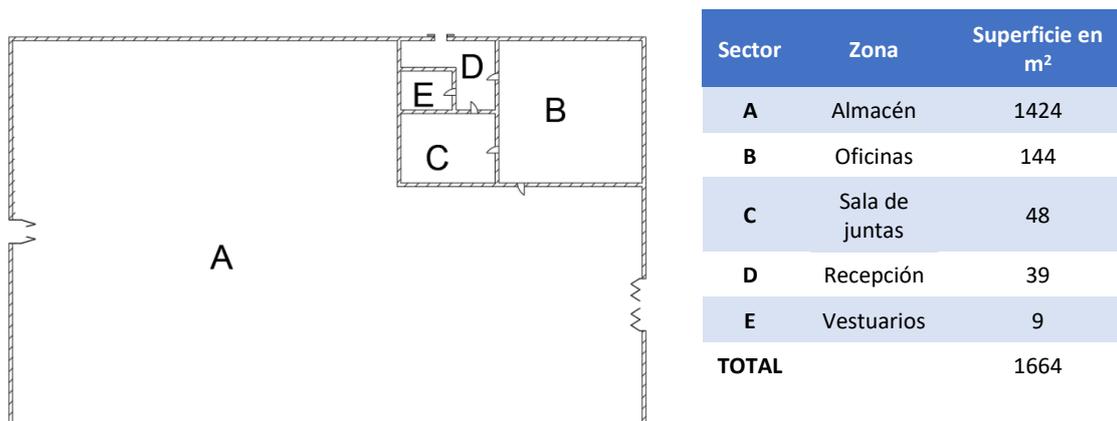


Figura 3.4. Planta de la nave. Sectorización.

3.3 Accesibilidad al recinto

La accesibilidad al recinto es un aspecto fundamental tanto para la evacuación del personal, como para la actuación de los cuerpos de emergencia. El acceso a la nave consta de tres entradas; dos para la evacuación dentro del personal del almacén, y una dispuesta para la evacuación del personal de oficinas, recepción, vestuarios y sala de juntas. Estas vías de evacuación se distinguen según lo siguiente:

- **Entrada de vehículos para la carga de mercancía:** Esta entrada está situada en la fachada Este del edificio. Esta entrada dispone de un ancho de 4.28 m, apta para la evacuación del personal y para el acceso de vehículos de emergencia. La puerta es abatible de forma lateral y está automatizada para su apertura en caso de emergencia.
- **Entrada del personal de trabajo:** esta entrada está situada en la fachada Oeste de la nave. La puerta dispone de un ancho de 1.9 m, y también es apta para la evacuación del personal de trabajo que realice su actividad dentro del almacén. Esta puerta es abatible lateralmente y dispone de una apertura de emergencia desde dentro de la nave.
- **Entrada principal:** esta entrada se sitúa en la cara Norte del edificio, en la zona de recepción. Es la entrada dispuesta para el personal de oficinas y para posibles clientes y proveedores que vayan a acceder a las dependencias de la nave. Esta puerta es corredera automática, con un sensor óptico de detección y en caso de emergencia se bloquea para que permanezca abierta permanentemente.

Todas cumplen la normativa del artículo 7 y 8 de la NBE.CPI [4], aunque carezca de obligatoriedad en este establecimiento, ya que el ancho de la entrada es superior al mínimo y la distancia máxima hasta las vías de evacuación es menor de 25 m, permitiendo una evacuación eficaz y la entrada de los cuerpos de emergencia en sus respectivos vehículos si fuera necesario.

3.4 Descripción de la actividad

El establecimiento industrial está destinado al almacenamiento y distribución de mobiliario de madera. La fabricación de los muebles se produce en una nave próxima a este recinto. Posteriormente, son trasladados a estas dependencias para su futura comercialización. Así pues, podemos catalogar el tipo de actividad principal como el de almacenamiento, sin perder de vista

actividades secundarias como las tareas administrativas y comerciales, las cuales se engloban dentro del ejercicio de tareas de oficina.

El almacén está dividido en 20 estanterías de carpintería metálica con espacio suficiente entre ellas para la circulación de las carretillas elevadoras de la mercancía. Cada estantería se caracteriza por ser un almacenamiento en tres alturas, todas ellas sobre la planta de la nave. Esta distribución está comprendida de la siguiente manera:

- El sector del almacén se compone de 20 estanterías colocadas dos a dos conjuntamente.
- Las estanterías tienen 3 estantes con una altura entre estantes de 1.5 m. Esto hace un total de una altura de 4.8 m teniendo en cuenta la holgura entre niveles y medidas de los largueros.

Estas estanterías metálicas, están constituidas por un tipo de acero resistente al fuego R90.

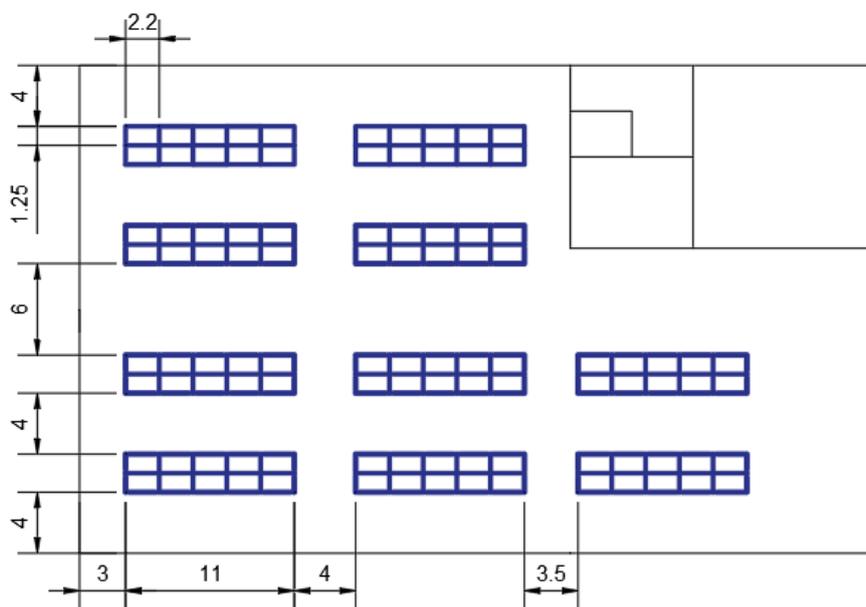


Figura 3.5. Vista en planta de la distribución de las estanterías en la nave industrial

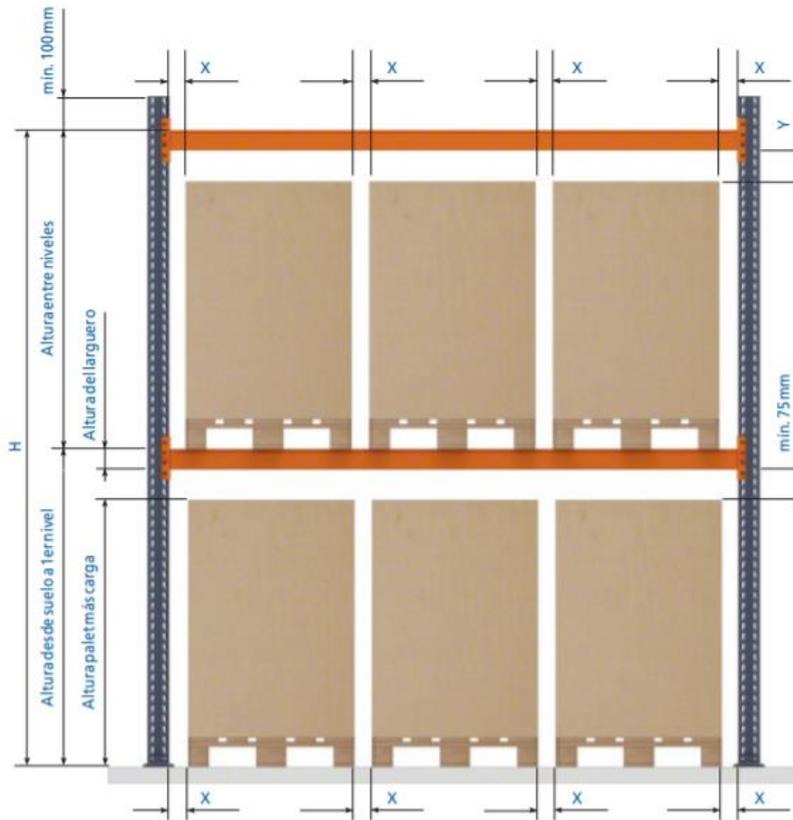


Figura 3.6. Esquema del montaje de una estantería.

Las medidas de los largueros son de 3.9 m de anchura, para poder almacenar los pallets normalizados de 1.2 x 1.2 m de tres en tres, como se puede ver en la Figura 3.7. La profundidad del bastidor es de 1.2 m, lo que permitirá la manipulación del pallet por el lado ancho. El almacenamiento se realizará en embalajes de cartón sobre los pallets.

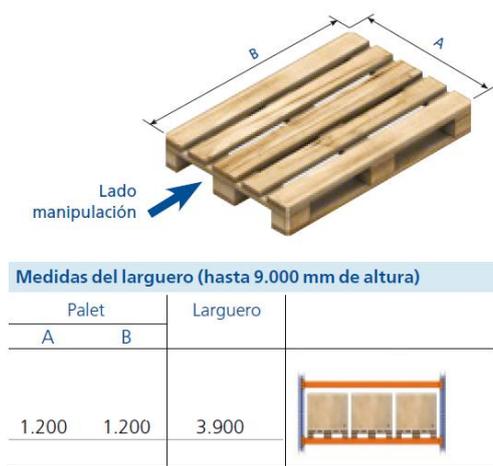


Figura 3.7. Medidas normalizadas de los pallets.

4 PLAN DE EMERGENCIA

El plan de emergencia es aquel que organiza cualquier actuación que se deba dar en una situación de incendio, en este caso, dentro del establecimiento industrial llevado a estudio. Este plan consiste en la prevención y lucha contra el fuego, desde la actuación del personal de trabajo en caso de que haya un conato de incendio, hasta la actuación de los bomberos, pasando por la evacuación de todo el recinto.

Este Plan de Emergencias está basado en la *NTP 45* [13]. Esta *Norma Técnica de Prevención* es una guía de buenas prácticas, y aunque no es de obligado cumplimiento, es una recomendación práctica para establecer un protocolo de actuación, por lo que en este trabajo la tomaremos como referencia.

4.1 Objetivos del Plan de Emergencia

Los objetivos del Plan de Emergencia planteados y desarrollados en este proyecto son:

- Minimizar el número de emergencias contra incendios.
- Controlar con rapidez las emergencias para que sus consecuencias sean mínimas.

4.2 Aspecto temporal

En el caso de emergencia por un inicio de incendio, se deben realizar una serie de acciones para minimizar las consecuencias. Evacuar, intentar de forma segura la extinción con medios propios como los agentes extintores, avisar a los bomberos, etc. La clave del éxito de dichas acciones es tener en cuenta que cualquier acción que se vaya a tomar supondrá un tiempo de retardo, el cual se deberá tener en cuenta en el Plan de Emergencia. Con el paso del tiempo el control de la emergencia se hará cada vez más difícil.



Figura 4.1. Tiempo de intervención en emergencias.

Antes de alcanzar el punto de intervención transcurrirá un tiempo invertido en detectar el incendio (t_d), alarmar a las personas que vayan a intervenir (t_a) y en que dichas personas se preparen y preparen los medios apropiados (t_p). Según se indica en la figura, supuesto un número N de personas a evacuar en una determinada situación, nadie evacuará hasta haber transcurrido un tiempo invertido en:

- Detectar el incendio (t_d).
- Alarmar a las personas que deban evacuar (t_a).
- Que dichas personas identifiquen la vía de evacuación por donde deban evacuar y se dirijan hasta su acceso (t_p).

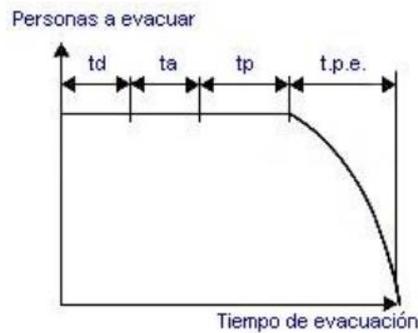


Figura 4.2. Tiempo de evacuación frente a evacuación del personal.

Estos tiempos de respuesta ante una emergencia en caso de incendio son fundamentales, ya que saber como se constituyen otorga una serenidad y capacidad de organización a todos los usuarios del establecimiento.

Así pues, se puede ver como una detección a tiempo de la emergencia es crucial para garantizar la seguridad de todas las personas. También es posible la extinción del conato de incendio en una detección cercana, pero siempre se debe tener en cuenta que la propagación del fuego es exponencial, lo que supone que, ante cualquier dificultad ante el intento de extinción de las llamas, será conveniente la evacuación de todo el personal de trabajo hacia el punto de reunión.

Es por eso por lo que se debe primero avisar al responsable de la sección ante un conato de incendio, después intentar actuar de algún modo contra las llamas con las herramientas de protección contra incendios que se encuentren más próximas a nosotros y por último la evacuación de todo el recinto.

4.3 Esquema de actuación

Este Plan de Emergencia seguirá el siguiente orden de actuación:

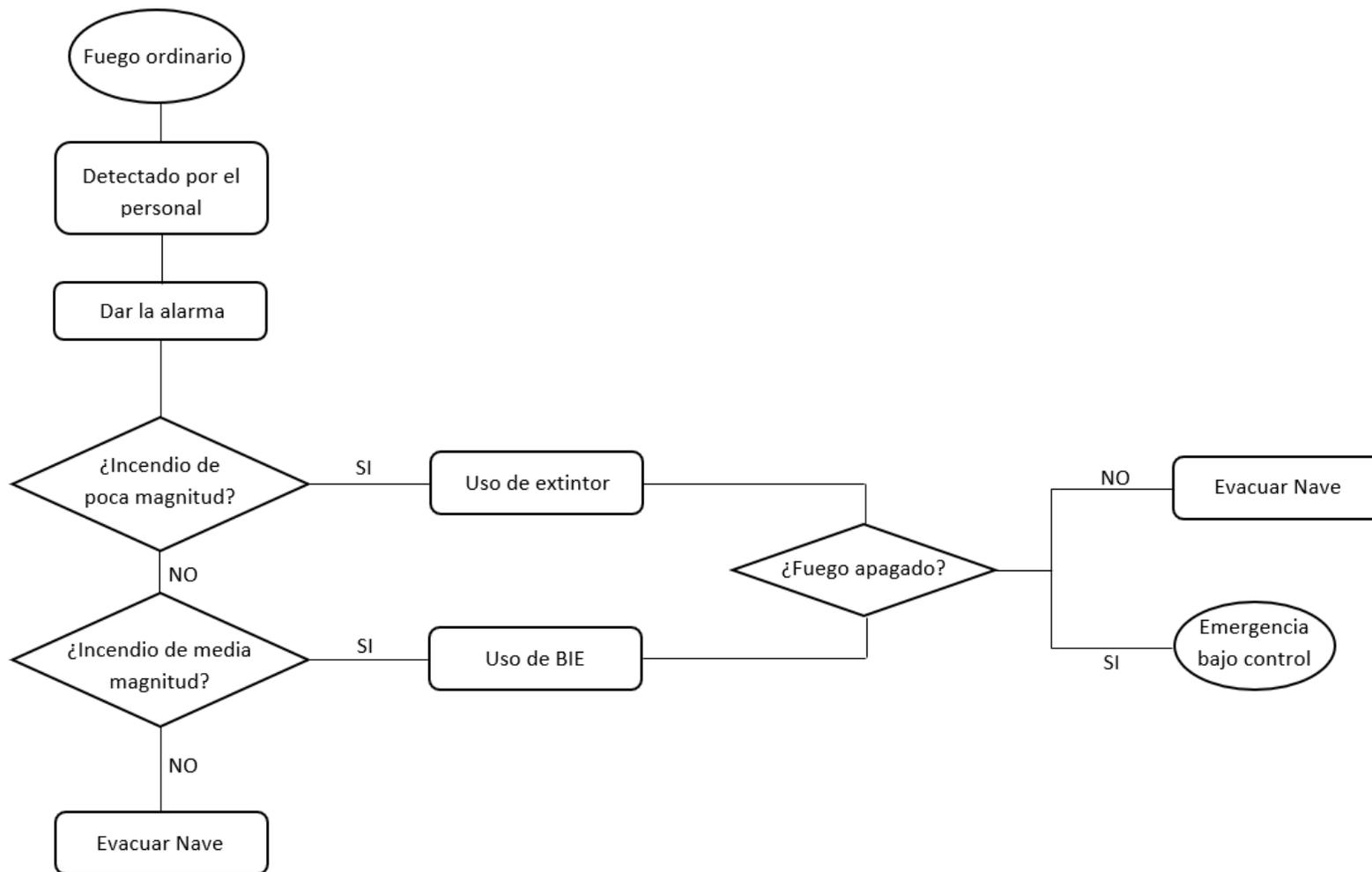


Figura 4.3. Plan de Emergencia contra incendios

4.4 Organigrama de actuación

El organigrama de actuación se trata del mando que se va a otorgar a cada trabajador de la empresa en caso de que haya un incendio. Estos cargos serán designados por la empresa, ya que no vienen determinados por ninguna normativa. El organigrama se compone de los siguientes mandos, a elegir por la dirección de la empresa:



Figura 4.4. Organigrama del Plan de Emergencia.

4.5 Grados de emergencia

La aparición de una situación de emergencia supone un grado de peligro que debe valorarse. La organización de Emergencia de la fábrica deberá responder en proporción al grado de valoración. Para ellos, se han establecido los siguientes grados o estados de Emergencia en función del tipo de incendio que se pueda constituir:

- **CONATO:** Llamas que se producen en un lugar concreto de la nave, ocupando una superficie mínima que se podrá apagar por medio de un equipo extintor o BIE (Boca de Incendio Equipada). Esta medida de extinción deberá llevarse a cabo por el personal más cercano. El mando responsable de la sección deberá comunicárselo inmediatamente al Jefe de Emergencia.
- **SECTORIAL:** Afecta solo a una Sección, sin previsibilidad del paso del fuego a otros sectores. Se alertará al personal de la Sección provocando la actuación del Equipo de Primera Intervención. Se dará la alarma a los bomberos, para una rápida intervención por si fuera necesario. Se dará la alarma por medio de la megafonía o sirena.
- **GENERAL:** El fuego afecta o puede extenderse a varios Sectores. Iniciación inmediata de la evacuación de las secciones afectadas por el fuego, así como de las restantes, estableciendo el adecuado orden de prioridades. La orden de Evacuación Total se comunicará por todos los medios de que se disponga.

4.6 Evacuación del personal

Para la evacuación del personal se han establecido las siguientes normas:

- Las Alarmas Sectoriales y Generales suponen la Evacuación de la Sección afectada y de toda la Fábrica respectivamente.
- La Evacuación de la Sección puede ser iniciada por decisión del Mando de la Sección.
- La Evacuación General se efectuará únicamente cuando se considere necesaria, y se decidirá por el Jefe de Emergencia.

- Como criterio general, si existe riesgo inmediato para las personas por humo o fuego, se evacuará la zona afectada por el itinerario más seguro.
- Se señalarán de forma adecuada las diferentes vías de evacuación así como las salidas de Emergencia.

4.7 Funciones del comité de autoprotección

Dentro de la estructura jerárquica de la nave, también queda establecido un organigrama en caso de emergencia. Este organigrama se regulará según la competencia de cada persona nombrada por el director en materia de seguridad y salud. Se nombran a continuación los diferentes cargos y sus obligaciones:

DIRECTOR DE EMERGENCIA

- Dirigir y coordinar las actuaciones a desarrollar durante una Emergencia, para:
 - Evacuación del personal.
 - Controlar la expansión del humo y fuego.
 - Evaluación del riesgo.
- Avisar a las autoridades competentes en caso de que sea necesario por la propagación del incendio.
- Organizar los distintos Equipos del PLAN DE EMERGENCIA.
- Seleccionar y adiestrar a los miembros de los Equipos estableciendo un Programa de actuación.
- Investigar la causa de los incendios que se produzcan.
- Coordinar y supervisar los simulacros de Emergencia.
- Mantener actualizado el Plan de Emergencia.
- En caso de Emergencia, tiene plenas atribuciones para disponer del personal, equipos y medios que estime necesarios para el mejor desarrollo de sus funciones.

EQUIPO DE PRIMERA INTERVENCIÓN

Lo forma el personal de trabajo situado en la nave, encargado de una acción inmediata ante un posible incendio. Estará compuesto por todo el personal del establecimiento en cada uno de los sectores.

La actuación general para todo trabajador será:

- Detectar el Conato de Incendio o la Emergencia de que se trate, y dar la alarma a través del medio más apropiado, bien él o a través de algún compañero.
- Posteriormente, deberá dirigirse hasta el lugar de la Emergencia e iniciar su reducción con los medios disponibles en la Planta, hasta la llegada de los bomberos si fuese necesario, salvo que considere que peligran su integridad física.
- Seguidamente, evacuará la zona según las instrucciones del Equipo de Evacuación.

RESPONSABLES DE EVACUACIÓN

Este grupo estará formado por un miembro de cada sector, y su misión será la de dirigir hacia el exterior a todas las personas que se encuentren dentro de la nave, a través de las vías de evacuación establecidas, asegurándose que no quede nadie y estableciendo un recuento para garantizar la evacuación de todo el personal.

5 CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL CON RELACIÓN A LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Según el Anexo I del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], los establecimientos industriales estarán determinados por:

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

A continuación, se va a caracterizar el establecimiento industrial en función de estas dos condiciones

5.1 Clasificación de la configuración y ubicación del recinto con relación a su entorno

En el apartado 2 del Anexo I del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], se realiza la siguiente clasificación de los establecimientos industriales:

- *TIPO A: el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.*
- *TIPO B: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos. Para establecimientos industriales que ocupen una nave adosada con estructura compartida con las contiguas, que en todo caso deberán tener cubierta independiente, se admitirá el cumplimiento de las exigencias correspondientes al tipo B, siempre que se justifique técnicamente que el posible colapso de la estructura no afecte a las naves colindantes.*
- *TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.* 2.2 *Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio:*
- *TIPO D: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.*
- *TIPO E: el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.*

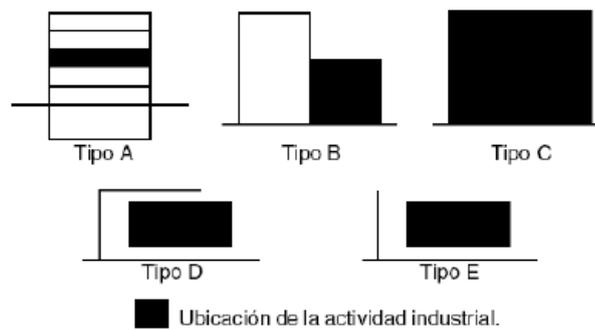


Figura 5.1 Ejemplos esquemáticos de las configuraciones tipo de los establecimientos industriales.

El establecimiento de estudio se ha de determinar esta como una configuración del “**tipo C**” ya que el edificio donde se desarrolla la actividad no está unido a ningún otro y posee una separación de más de tres metros de distancia al establecimiento más próximo.

5.2 Sectorización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.

En el apartado 3 del anexo I del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], se establece el cálculo del nivel de riesgo intrínseco de cada uno de los sectores del establecimiento.

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según los procedimientos que se indican a continuación:

- *Los establecimientos industriales, en general, estarán constituidos por una o varias configuraciones de los tipos A, B, C, D y E. Cada una de estas configuraciones constituirá una o varias zonas (sectores o áreas de incendio) del establecimiento industrial.*
- *Para los tipos A, B y C se considera «sector de incendio» el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.*
- *Para los tipos D y E se considera que la superficie que ocupan constituye un «área de incendio» abierta, definida solamente por su perímetro.*

La sectorización en la nave de estudio para separar así las distintas zonas de trabajo se ha establecido según la siguiente Tabla 5.1:

Tabla 5.1. Distribución del espacio de la nave.

Sector	Zona	Superficie en m ²
A	Almacén	1424
B	Oficinas	144
C	Sala de juntas	48
D	Recepción	39
E	Vestuarios	9
TOTAL		1664

5.2.1 Cálculo de la densidad de carga

Para determinar el nivel de riesgo intrínseco de la nave, el cual nos indicará los requisitos de implantación del sistema contraincendios y el plan de emergencia, se ha calculado la densidad de carga de cada una de las zonas de la nave para poder tener en cuenta estos datos para el cálculo del conjunto siguiendo la Ecuación (1):

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_i \cdot C_i \cdot G_i}{A} \cdot R_a \quad (1)$$

Donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- G_i = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- q_i = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio. Se recogen en la Tabla 5.2.
- R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Tabla 5.2. Grado de peligrosidad de los combustibles. Valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i [1].

ALTA	MEDIA	BAJA
- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	- Líquidos clasificados como subclase B ₂ en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
- Líquidos clasificados como subclase B ₁ en la ITC MIE-APQ1.	- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	- Sólidos que emiten gases inflamables.	
- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Debido a que la nave industrial se compone de diferentes zonas con distintas actividades entre ellas, el cálculo se realizará como la suma de las densidades de carga de fuego ponderada y corregida de cada uno de los sectores mediante la siguiente ecuación (2).

$$Q_e = \frac{\sum_1^i Q_{si} \cdot A_i}{\sum_1^i A_i} \cdot R_a \quad (2)$$

Donde:

- Q_e = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- Q_{si} = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en MJ/m² o Mcal/m².
- A_i = superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, (i), que componen el edificio industrial, en m².

En las siguientes secciones se procede al cálculo de la Densidad de Carga de Fuego de cada sector de incendio (Q_s) a partir de las fórmulas mencionadas.

Tabla 5.3. Valores del coeficiente Ra.

Alto	Medio	Bajo
Ra = 3.0	Ra = 1.5	Ra = 1.0

Densidad de carga de fuego en el almacén

Esta zona está dispuesta para albergar muebles de madera soportados en paletas. Por lo tanto, a la hora del cálculo se tendrán en cuenta la suma del peso de ambos, ajustando de forma aproximada la cantidad de material que se alberga en situaciones de máxima exigencia para minimizar los riesgos de cálculo.

La cantidad de madera almacenada se ha calculado haciendo una aproximación al número de muebles que albergarían las estanterías multiplicado por un peso medio.

La cantidad de cartón se ha calculado teniendo en cuenta el número aproximado de muebles por el peso de cartón empleado para el embalaje de cada uno de ellos.

$$\text{Madera (Kg)} = e \cdot V_e \cdot P_m = 10 \cdot 96.25 \text{ m}^3 \cdot 50 \text{ Kg/m}^3 = 48125 \text{ Kg} \quad (3)$$

$$\text{Cartón (Kg)} = e \cdot V_e \cdot P_c = 10 \cdot 96.25 \text{ m}^3 \cdot 2 \text{ Kg/m}^3 = 1925 \text{ Kg} \quad (4)$$

Donde:

- e = número de estanterías.
- V_e = Volumen que alberga cada estantería.
- P_m = Peso aproximado de la madera de la que se compone el mobiliario almacenado, por m³.
- P_c = Peso aproximado del cartón utilizado como embalaje, por m³.

La superficie total del sector o establecimiento, $A = 1424 \text{ m}^2$.

Tabla 5.4. Densidad de carga del almacén.

ACTIVIDAD					R _a
Muebles de madera					1.5
Datos de los materiales					
ID	Producto	G _i (Kg)	q _i (Mj/kg)	C _i	Parcial
1	Madera	38500	16.7	1	803687
2	Cartón	1925	16.7	1	32148
				Total	835835

$$Q_s = (835835 / 1424) \times 1.5 = 880 \text{ MJ/m}^2 \quad (5)$$

Densidad de carga de fuego en las oficinas

En las oficinas tendremos en cuenta el mobiliario de madera junto a la documentación en papel y equipos informáticos como posible combustible a la hora de la propagación de un incendio. El cálculo de la masa de material se ha calculado realizando una aproximación, contabilizando el mobiliario que habría dentro de este sector. Se han contado seis mesas y seis sillas, correspondientes al personal y cuatro armarios para albergar documentación. El cálculo del papel se ha tenido en cuenta aproximando unos 8 Kg de material por persona, contando ahí los libros y documentación utilizados. La superficie total del sector o establecimiento, A = **144 m²**.

Tabla 5.5. Densidad de carga de las oficinas.

ACTIVIDAD					R _a
Oficinas comerciales					1.5
Datos de los materiales					
ID	Producto	G _i (Kg)	q _i (Mj/kg)	C _i	Parcial
1	Madera	300	16.7	1	5010
2	Papel	48	16.7	1	802
3	Ordenadores	15	21.0	1	315
				Total	6130

$$Q_s = (6130 / 144) \times 1.5 = 64 \text{ MJ/m}^2 \quad (6)$$

Densidad de carga de fuego en la sala de juntas

Dentro de la sala de juntas tendremos en cuenta lo mismo que en las oficinas, pero en menor cantidad, dado que su uso se podría decir que es relativamente el mismo. Esta área se compondrá de una mesa de madera para 12 personas, además de sus correspondientes sillas y

un mueble para albergar documentación. La superficie total del sector o establecimiento, $A = 48 \text{ m}^2$.

Tabla 5.6. Densidad de carga de la sala de juntas.

ACTIVIDAD					R_a
Material de oficina					1.5
Datos de los materiales					
ID	Producto	G_i (Kg)	q_i (Mj/kg)	C_i	Parcial
1	Madera	150	16.7	1	2505
2	Papel	20	16.7	1	334
				Total	2839

$$Q_s = (2839/ 48) \times 1.5 = 89 \text{ MJ/m}^2 \quad (7)$$

Densidad de carga de fuego en la recepción

Al igual que en el apartado anterior, el mobiliario del que se dispone es de una mesa de madera para el personal con su silla correspondiente, un armario para posible documentación y de cuatro sillas para posibles visitantes. La superficie total del sector o establecimiento, $A = 39 \text{ m}^2$.

Tabla 5.7. Densidad de carga de la recepción.

ACTIVIDAD					R_a
Material de oficina					1.5
Datos de los materiales					
ID	Producto	G_i (Kg)	q_i (Mj/kg)	C_i	Parcial
1	Madera	40	16.7	1	668
2	Papel	5	16.7	1	83.5
				Total	752

$$Q_s = (752/ 39) \times 1.5 = 29 \text{ MJ/m}^2 \quad (8)$$

Densidad de carga de fuego en los vestuarios

Los vestuarios están dotados de taquillas y bancos, además de urinarios para los trabajadores. Al estar los urinarios fabricados por material cerámico no se tendrá en cuenta para el cálculo de carga de fuego. La superficie total del sector o establecimiento, $A = 9 \text{ m}^2$.

Tabla 5.8. Densidad de carga de los vestuarios.

ACTIVIDAD					R _a
Vestuarios					1
Datos de los materiales					
ID	Producto	G _i (Kg)	q _i (Mj/kg)	C _i	Parcial
1	Madera	20	16.7	1	334
2	Hierro	50	20.1	1	1005
				Total	1339

$$Q_s = (1339/ 9) \times 1 = 149MJ/m^2 \quad (9)$$

Densidad de carga de fuego en el edificio

En la Tabla 5.9 se muestra un resumen de la densidad de carga en función del sector de la nave:

Tabla 5.9. Densidad de carga en los sectores de la nave.

Sector	Zona	Densidad de carga Q _s (MJ/m ²)
Q _{s1}	Almacén	880
Q _{s2}	Oficinas	64
Q _{s3}	Sala de juntas	89
Q _{s4}	Recepción	29
Q _{s5}	Vestuarios	149
Q _s	TOTAL	1042

Después de calcular la densidad de carga de cada una de las zonas (Q_s), se procede a calcular la densidad de carga de fuego de toda la nave industrial (Q_e) mediante la expresión (2).

$$Q_e = \frac{880 \cdot 1424 + 64 \cdot 144 + 89 \cdot 48 + 29 \cdot 39 + 149 \cdot 9}{1664} = 763MJ/m^2 \quad (10)$$

5.2.2 Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Calculada la Densidad de Carga de Fuego ponderada y corregida de cada una de las zonas del establecimiento, se puede averiguar el nivel de riesgo intrínseco de la Tabla 1.3 del *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales* [1] que aparece a continuación.

Tabla 5.10. Nivel de Riesgo Intrínseco según la densidad de carga [1].

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

Tabla 5.11. Nivel de riesgo intrínseco por zonas

Sector	Zona	Q_s (MJ/m ²)	Área (m ²)	Nivel de riesgo
A	Almacén	711	1424	Medio 3
B	Oficinas	64	144	Bajo 1
C	Sala de juntas	89	48	Bajo 1
D	Recepción	29	39	Bajo 1
E	Vestuarios	149	9	Bajo 1
GENERAL	Establecimiento	763	1664	Bajo 2

Dado a que el establecimiento industrial posee una densidad de carga (Q_e) de 618 MJ/m², este tendrá un **Nivel de Riesgo Intrínseco Bajo Nivel 2**.

6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

6.1 Ubicaciones restringidas de sectores de incendio con actividad industrial

En el apartado 1 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], queda restringida la ubicación para los sectores de incendios con actividades industriales en el artículo 2 cuando sea:

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

Como el edificio de estudio está caracterizado como una configuración de tipo C y no cumple ninguno de los apartados anteriores, queda permitida la ubicación de los distintos sectores de incendio.

6.2 Máxima superficie admisible por sector según su nivel de riesgo

En el apartado 2 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], queda limitada la máxima superficie construida de cada sector según la Tabla 6.1 para las siguientes configuraciones:

Tabla 6.1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio [1].

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

Al ser una configuración de tipo C como se concluyó en el apartado 5.1, se compara la última columna de la Tabla 6.1 con la Tabla 5.11 que relaciona los sectores con sus correspondientes niveles de riesgo intrínseco.

Tabla 6.2. Cumplimiento de la máxima superficie admitida por sector de incendio

Sector	Zona	Nivel de riesgo	Área (m ²)	Máxima superficie admitida (m ²)
A	Almacén	Medio 3	1424	5000
B	Oficinas	Bajo 1	144	SIN LIMITE
C	Sala de juntas	Bajo 1	48	SIN LIMITE
D	Recepción	Bajo 1	39	SIN LIMITE
E	Vestuarios	Bajo 1	9	SIN LIMITE

6.3 Materiales

Según el artículo 3 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1:2002 [5] para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado «CE».

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

- *Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.*
- *Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE 23727:1990 [12].*

Los productos de construcción cuya clasificación conforme a la norma UNE 23727:1990 [12] sea válida para estas aplicaciones podrán seguir siendo utilizados después de que finalice su período de coexistencia, hasta que se establezca una nueva regulación de la reacción al fuego para dichas aplicaciones basada en sus escenarios de riesgo específicos. Para poder acogerse a esta posibilidad, los productos deberán acreditar su clase de reacción al fuego conforme a la norma UNE 23727:1990 [12] mediante un sistema de evaluación de la conformidad equivalente al correspondiente al del mercado «CE» que les sea aplicable.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

- *En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.*
- *En paredes y techos: C-s3 d0 (M2), o más favorable.*

Así pues, según lo dispuesto en la norma UNE 23727:1990 [12] los materiales se clasifican en:

- **M 0:** material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo (vidrio, materiales pétreos y cerámicos, metales, yesos, lana de roca, etc.).
- **M 1:** material combustible pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior. (PVC, lana de vidrio, DM, fórmica, barnices ignífugos, etc.).
- **M 2:** material con grado de inflamabilidad baja (madera).
- **M 3:** material con grado de inflamabilidad media (madera).
- **M 4:** material con grado de inflamabilidad alta.

Tabla 6.3. Reacción al fuego de los materiales

REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES			
CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS		
	COMBUSTIBLE	INFLAMABILIDAD	
M0	NO	NO	
M1	SI	NO	
M2	SI	SI	MODERADA
M3	SI	SI	MEDIA
M4	SI	SI	ALTA

La fabricación de los revestimientos de las paredes y techos han sido realizados con yeso y el suelo es un pavimento de cemento, así pues, estamos ante una clasificación **M0**, cumpliendo con las disposiciones mínimas de la norma.

6.4 Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

En el apartado 4 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se establece que:

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma UNE-EN 13501-1:2002 [5]. La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse:

1. *Mediante la adopción de los valores que se establecen en este anexo II, apartado 4.1 o más favorable.*

2. *Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.*

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Mínima estabilidad al fuego de los elementos estructurales portantes [1].

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

Debido a que la nave industrial posee un riesgo intrínseco bajo y su configuración es de tipo C, se deberá obtener una estabilidad al fuego mayor o igual a 30, es decir, que su capacidad portante cumpla un tiempo mínimo de 30 minutos (R 30).

A continuación, se pasará a describir los elementos estructurales portantes y su estabilidad a fuego.

Tabla 6.5. Resistencia al fuego de los elementos estructurales.

Elemento estructural	Descripción	Espesor (cm)	Estabilidad al fuego
Tabiquería interior	Fábrica de ladrillo con revestimiento de 1.5 cm de guarnecido de yeso	11.5	RF - 120
Cerramiento	Muro de hormigón armado con 1.5 cm de revestimiento de yeso	14	RF - 120
Pilares	Pilares de hormigón armado con 1.5 cm de revestimiento de mortero de yeso	24	RF - 90
Vigas	Viga de acero con 1.5 cm de revestimiento de yeso	200	RF - 60

Como se puede observar, todos los elementos estructurales portantes cumplen con la estabilidad al fuego exigida en la Tabla 6.4 al ser todos los valores de la Resistencia al Fuego mayor de 30.

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

Tabla 6.6. Resistencia al fuego de cubiertas ligeras [1].

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

En este caso, la cubierta ligera de la nave está formada por un panel sándwich de Lana de Roca, con una Resistencia al fuego de 60 min (R60), por lo tanto, cumple con los mínimos exigidos según la Tabla 6.6, al considerarse que la R15 es la mínima a tener en cuenta.

6.5 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Citando lo dispuesto en el apartado 5 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión [14]:

- a) *Capacidad portante R.*
- b) *Integridad al paso de llamas y gases calientes E.*
- c) *Aislamiento térmico I.*

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

- a) *Estabilidad mecánica (o capacidad portante).*
- b) *Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.*
- c) *No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.*
- d) *Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.*

Según lo expuesto en la Tabla 6.5. Resistencia al fuego de los elementos estructurales, se comprueba que se cumple con las disposiciones mínimas de la normativa, teniendo en cuenta la Resistencia al fuego de los elementos constructivos de la nave industrial indicado en la Tabla 6.6.

6.6 Evacuación del establecimiento industrial

Según el apartado 6 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

- $P = 1,10 p$, cuando $p < 100$.
- $P = 110 + 1,05 (p - 100)$, cuando $100 < p < 200$.
- $P = 215 + 1,03 (p - 200)$, cuando $200 < p < 500$.
- $P = 524 + 1,01 (p - 500)$, cuando $500 < p$.

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

Los valores obtenidos para p , según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

Así pues, se calculará el valor de p mediante la siguiente expresión (11), ya que la ocupación será inferior a 100 personas.

$$P = 1.10 \cdot p \quad (11)$$

Tabla 6.7. Ocupación de los sectores de incendio.

Sector	Zona	P	P ponderada
A	Almacén	10	11
B	Oficinas	6	7
C	Sala de juntas	12	14
D	Recepción	5	6
E	Vestuarios	8	9

Al ser una configuración de “**tipo C**”, se deberán satisfacer las siguientes condiciones según el *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

6.4 La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el anexo 1) debe satisfacer las condiciones siguientes:

1. Elementos de evacuación: se definen como en el apartado 6.3.1 de este anexo.
2. Número y disposición de las salidas: como en el apartado 6.3.2 de este anexo.
3. Disposición de escaleras y aparatos elevadores: como en el apartado 6.3.3 de este anexo.
4. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: como en el apartado 6.3.4 de este anexo.
5. Características de las puertas: como en el apartado 6.3.5 de este anexo, excepto que se permiten como puertas de salida las deslizantes, o correderas, fácilmente operables manualmente.
6. Características de los pasillos: como en el apartado 6.3.6 de este anexo.
7. Características de las escaleras: como en el apartado 6.3.7 de este anexo.

8. *Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: como en el apartado 6.3.8 de este anexo.*

9. *Señalización e iluminación: como en el apartado 6.3.9 de este anexo.*

Al tratarse de una configuración de Tipo C, con una ocupación inferior a 100 personas, no será necesario la instalación de salidas de emergencia, disponiendo como salidas de evacuación los accesos normales del establecimiento.

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

Por lo dispuesto el apartado 7 del Anexo II del RSCIEI del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

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

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

a) Los sectores con actividades de producción:

- 1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.*
- 2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.*

b) Los sectores con actividades de almacenamiento:

- 3. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.*
- 4. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.*

[...]

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

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

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

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

El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE 23585 [9]. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.

Dado que el sector de incendio del almacén posee riesgo intrínseco medio, su actividad está destinada al almacenamiento y su superficie construida es mayor de 1000 m^2 , según la normativa es necesario disponer de un sistema de evacuación de humos.

Como la norma exige una ventilación natural siempre que sea posible, se dispondrán exutorios en la cubierta del edificio, para la evacuación de humos ante un posible incendio.

Dada la necesidad de establecer un sistema de evacuación de humos, se procede a evaluar y calcular el diseño y dimensionado del sistema de extracción en base al cumplimiento del RSCIEI.

En los siguientes apartados se expone el método de cálculo según la norma *UNE 23585-2017* [9] con la que se establece la cantidad y ubicación de aireadores necesarios.

6.7.1 Cálculo de la evacuación de humos

6.7.1.1 Extracción natural

La norma *UNE 23585-2017* [9] dicta que siempre y cuando sea posible la implementación de un sistema de extracción natural, esta se deberá adoptar priorizándola a un sistema de extracción forzada.

La inexistencia de edificios colindantes en el exterior de la nave otorga la posibilidad de instalar un sistema de extracción natural. Para el diseño de este sistema se ha elegido la inserción de exutorios en las paredes de la nave, que estarán comunicados directamente con el exterior para la entrada de aire limpio. Cuando se calcule la superficie de salida para evacuar el humo de un posible incendio, se comprobará la disposición de los exutorios para una mayor eficiencia.

6.7.1.2 Depósito de humo

Según la definición de la norma *UNE 23585-2017* [9] un depósito de humos es una *zona dentro de un edificio u obra de ingeniería limitada o bordeada por cortinas de humos o por elementos estructurales de modo que retienen una capa de humos térmicamente flotante en el caso de un incendio.*

Para el cálculo del número de depósitos de humos, vamos a seguir el apartado 6.6 “El depósito de humo y los aireadores”, de la *UNE 23585-2017* [9], donde se enuncia que:

Cuando el incendio está directamente debajo del depósito de humos, la superficie máxima de cualquier depósito de humos debe ser de 2000 m² si se han adoptado aireadores naturales de extracción de humos o, 2600 m² si se adoptan aireadores mecánicos de extracción de humos.

Así pues, el establecimiento industrial tendrá que disponer de un depósito de humos, ya que la superficie del sector del almacén es inferior a los 2000 m² y se ha optado por la aireación natural.

6.7.1.3 Altura libre de humos

Según la definición de la norma *UNE 23585-2017* [9] la Altura libre de humos es la *diferencia entre el nivel inferior de la capa de humos con respecto al nivel del suelo.*

Las estanterías albergadas en el sector de incendio del almacén disponen de una altura de 4.7 m. La altura sobrante hasta el techo del establecimiento es de 0.8 m. De este modo, se cumple la norma ya que esta establece que:

- La altura de ascenso hasta la base de la capa de humos en el depósito de humos debe tener previstos al menos 0.5 m de altura limpia por encima de la parte superior de los géneros almacenados
- No se proyectará un SCTEH con una altura desde el suelo a la base de la capa de humos menor que un décimo (1/10) de la altura de suelo a techo.
- No se proyectará un SCTEH con una altura desde la base del incendio (normalmente el suelo) a la base de la capa de humos de más de nueve décimos (9/10) de la altura desde la base del incendio al techo.

Se considera pues una altura libre de humos de 5.5 m teniendo en cuenta las especificaciones de la norma y cumpliendo con el mínimo establecido.

6.7.1.4 Modelo de incendio

Para establecer los parámetros de cálculo del incendio, es necesario conocer el modelo y seguir los pasos establecidos en la norma. Estos se indican en el apartado 6 de la norma UNE 23585-2017 [9], donde se establecen las características del modelo.

Para almacenamientos por estibas o estanterías, y locales de venta con superficie mayor de 1000 m² con productos almacenados a más de 5 m de altura si el local cuenta con rociadores o 2.4 m si no cuenta con ellos, se debe usar la Tabla 6.8 como procedimiento de cálculo.

Se adjunta a continuación la Tabla 6.8 a la que se hace referencia. Debido a que el establecimiento industrial no dispone de un sistema de rociadores automáticos y dispone de un almacenamiento en altura de 4.7 m, se deberá guiar por la Tabla 6.8 para definir el modelo de incendio.

Tabla 6.8. Parámetros característicos del modelo de incendios para edificios de almacenamiento en altura [9].

Edificio de almacenamiento en altura.			
	Área de incendio (A_f) m^2	Perímetro del incendio (P) m	Flujo de calor liberado (q_f) kW/m^2
Rociadores de techo, independientemente de su tipología	$4/3h(w+x)$	$2(w+4x)$	$q_f(bajo) = 250$ $q_f(alto) = 625$
Rociadores intermedios	$2/3h(w+x)$	$(w+4x)$	
Sin rociadores	81	36	$q_f(bajo) = 250$ $q_f(alto) = 1250$

Así pues, los parámetros establecidos serán los siguientes:

- Área de incendio: $(A_f) = 81 m^2$
- Perímetro del incendio: $(P) = 36 m$
- Flujo de calor liberado: $q_f(bajo) = 250 kW/m^2$

6.7.1.5 Caudal de aire que entra dentro de un penacho ascendente de humos por encima de un incendio

La expresión para el cálculo del caudal de aire que entra dentro de un penacho ascendente de humos por encima de un incendio se calcula mediante la expresión (12):

$$M_f = C_e \cdot P \cdot Y^{3/2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad (12)$$

Donde $C_e=0.188$, en establecimientos con techos altos. Por lo tanto:

$$M_f = 0.188 \cdot 36 \cdot 5.5^{3/2} = 87.3 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad (13)$$

6.7.1.6 Temperatura de la capa de humos

Para calcular el aumento promedio de la temperatura de los gases en la capa de humos se hará uso de la siguiente expresión (14) dada por la norma:

$$\Theta_I = \frac{Q_1}{c \cdot M_1} \quad (14)$$

Donde:

- Q_1 : es el calor convectivo en los gases del humo en la capa flotante del depósito de humos (kW);
- c : es el calor específico del aire a presión constante ($kJ/kg \cdot K$);
- M_1 : es la masa circulante de gases de humo que entra en la capa flotante del depósito de humos ($kg \cdot s^{-1}$);

Este valor será utilizado para todo el depósito de humos por no disponer de rociadores de acuerdo con la norma. Por lo tanto, se establece que:

$$T_1 = T_1 + T_{amb} \quad (15)$$

donde T_1 es la temperatura de la capa de humos.

Para el cálculo del calor convectivo en los gases del humo de la capa flotante del depósito, se tendrá en cuenta el requisito establecido por la norma en el apartado 6.2 de la norma UNE 23585-2017 [9].

[...]. ... se debe tomar como 0.8 veces el valor del calor emitido ($q_f \cdot A_f$) predeterminado para el modelo de incendio de diseño, a menos que el proyectista pueda demostrar hechos o razones que aconsejen el uso de un valor diferente.

$$Q_1 = 0.8 \cdot q_f (\text{bajo}) \cdot A_f = 16200 \text{ kW} \quad (16)$$

$$c = 1.012 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad (17)$$

$$M_1 = M_f = 87.3 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad (18)$$

Se calcula pues el aumento promedio de la temperatura de los gases en la capa de humos, tomando el valor de: $\Theta_I = 186$ °K. La temperatura de la capa de humos será:

$$T_1 = T_1 + T_{amb} = 474 \text{ °K}. \quad (19)$$

6.7.1.7 Superficie aerodinámica total de aireadores naturales.

La superficie total de aireadores naturales para extracción de humos se calcula mediante la expresión establecida por el anexo E de la norma *UNE 23585-2017* [9].

$$A_{vtot} \cdot C_v = \frac{M_1 \cdot T_1}{\left[2 \cdot \rho_{amb} \cdot g \cdot d_1 \cdot \Theta_1 \cdot T_{amb} - \frac{M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb}}{[A_i \cdot C_i]^2} \right]^{0.5}} \quad (20)$$

Donde:

- A_{vtot} : superficie geométrica total libre de todos los aireadores de extracción de humos en un depósito de humos.
- C_v : coeficiente de descarga, es decir, coeficiente de funcionamiento de un aireador natural.
- A_i : superficie geométrica total libre de todas las entradas de aire (m^2).
- C_i : coeficiente de descarga, es decir coeficiente de funcionamiento de una abertura de entrada de admisión.
- M_1 : valor de la masa circulante de los gases de humo (kg/s).
- T_1 : temperatura promedio absoluta de la capa de humos (K).
- ρ_{amb} : densidad del aire a temperatura ambiente. Se considera $1.22 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ para $T_{amb}=288^\circ K$.
- g : aceleración de la gravedad. Se considera $g=9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- d_1 : profundidad de la capa de humos que fluye (m).
- Θ_1 : aumento de temperatura de la capa de humos por encima de la temperatura ambiente K .
- T_{amb} : temperatura ambiente. Se considera $T_{amb}=288^\circ K$.

Dado que la superficie de entrada de aire y salida de humos es la misma, se podrá simplificar la Ecuación (7) de la siguiente manera:

$$A_{vtot} \cdot C_v = \frac{M_1}{\rho_{amb}} \cdot \left[\frac{T_1^2 + T_1 \cdot T_{amb}}{2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \Theta_1 \cdot T_{amb}} \right]^{0.5} \quad (21)$$

De esta forma la única incógnita a la derecha de la igualdad que queda por calcular es el parámetro d_1 , que viene dada por la siguiente expresión:

$$d_1 = h_c - Y \quad (22)$$

donde h_c se define según la Norma Belga como la altura media desde el centro de la cara interior de los exutorios o de los puntos de extracción hasta el nivel más bajo del suelo e Y es la altura libre de humos definida anteriormente. Considerando que los exutorios se encuentran a 9.5 m sobre el nivel de suelo, d_1 tomará un valor de 4m.

Así pues, se procede a calcularla superficie aerodinámica libre de descarga, que será:

$$A_{vtot} \cdot C_v = 21 \text{ m}^2 \quad (23)$$

6.7.1.8 Número de exutorios de salida que se deben instalar

Ya calculada la superficie total que van a ocupar los exutorios sobre el establecimiento industrial para la correcta evacuación de humos, se debe determinar el número concreto de aireadores que se necesitarán.

Para establecer esta cantidad de exutorios a instalar, se definirá un valor crítico de extracción para una única abertura. Dicho valor crítico viene dado por la siguiente ecuación:

$$M_{crit} = 1.3 \cdot [g \cdot d_n^5 \cdot T_{amb} \cdot \Theta_1 \cdot T_1^2]^{1/2} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad (24)$$

donde d_n es la profundidad de la capa de humos debajo del punto de extracción (m).

$$d_n = h_a - Y \quad (25)$$

donde h_a es la altura a la que están colocados los exutorios se considerará 9.5 m e Y la altura libre de humos que se ha establecido con anterioridad.

$$d_n = 4 \text{ m}. \quad (25)$$

Ahora ya, se puede calcular el valor crítico de extracción para una única abertura.

$$M_{crit} = 63.58 \text{ Kg} \cdot \text{s}^{-1} \quad (26)$$

Al ser el valor de M_{crit} menor que el de M_f , se obliga a dividir la superficie aerodinámica en al menos dos áreas, con lo que la instalación deberá de disponer de al menos dos exutorios.

6.7.1.9 Admisión de aire de entrada

El sistema de admisión de aire es un elemento crítico a la hora de la evacuación de humos de un incendio, ya que es el encargado de renovar el aire del sector, permitiendo la entrada de aire frío desde el exterior y favoreciendo así la expulsión y sustitución de los gases producidos durante el incendio.

Teniendo en cuenta que anteriormente se ha definido la superficie de entrada igual a la de salida, el área geométrica a cubrir por los exutorios de entrada real será una superficie aerodinámica de 21 m², lo que nos lleva a la siguiente expresión:

$$A_i \cdot C_i = A_v \cdot C_v = 21 \text{ m}^2. \quad (27)$$

Los exutorios estarán colocados a una altura de 1.5 m para favorecer la entrada de aire, además de la generación de corrientes desde el exterior que favorezcan el efecto chimenea, que permite la expulsión de humos hacia el exterior del establecimiento.

6.7.2 Solución adoptada

En este apartado se definirá el modelo, disposición y caracterización de los exutorios elegidos tanto en la parte de la extracción de humos, como en la parte de la entrada de aire.

6.7.2.1 Configuración de los exutorios de extracción.

Se ha decidido instalar 8 aireadores de lamas como elemento destinado a la ventilación natural diaria y a la evacuación de grandes volúmenes de aire y gases de combustión. Estos se colocarán de forma simétrica 2 a 2, desde la fachada frontal, con una separación de 6 m en sentido longitudinal.

El exutorio seleccionado tiene unas dimensiones de 1800mm x 2480mm, lo que supone una superficie geométrica por aireador de $A_v = 4.464 \text{ m}^2$. También se ha facilitado por parte del fabricante la superficie aerodinámica del aireador, que es de $A_v \cdot C_v = 2.72 \text{ m}^2$.

En total, la superficie aerodinámica del conjunto de aireadores será de 21.76 m^2 , cumpliendo así con el mínimo de la norma calculado anteriormente $A_v \cdot C_v = 21.76 \text{ m}^2 > 21 \text{ m}^2$.

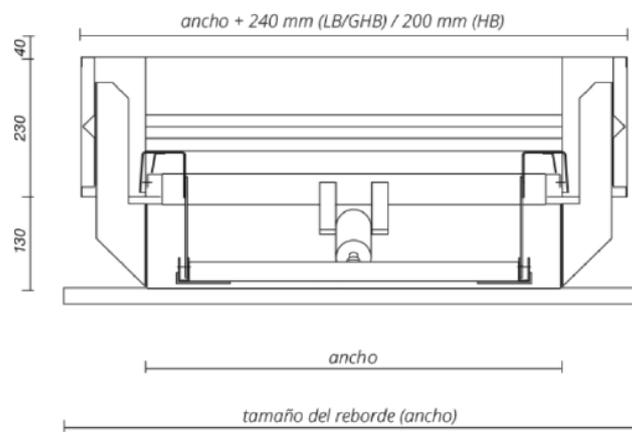


Figura 6.1. Vista de la sección transversal del exutorio de lamas EURA.

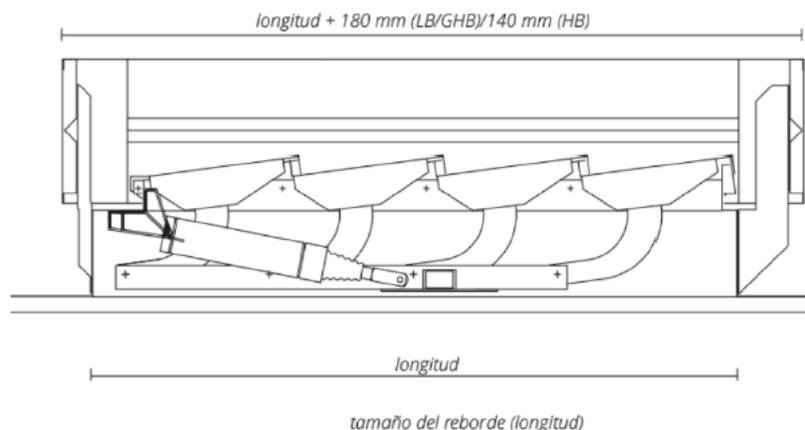


Figura 6.2. Vista de la sección longitudinal del exutorio de lamas EURA.

A continuación, se muestra la vista en planta de como quedarían distribuidos los exutorios sobre el techado del establecimiento.

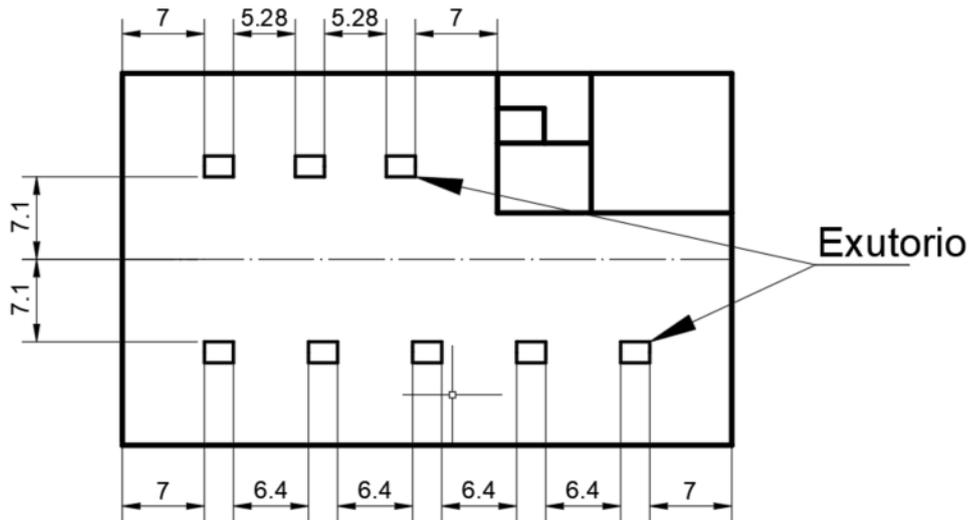


Figura 6.3. Distribución de los aireadores de evacuación de humos. Cotas en "m".

6.7.2.2 Configuración de los exutorios de admisión

Para los exutorios de entrada de aire en caso de incendio, se ha decidido optar por la misma tipología que los exutorios de extracción. Así pues, dispondremos de 8 exutorios en total, lo que hace una superficie aerodinámica de $A_i \cdot C_i = 21.76m^2$.

Estos estarán dispuestos sobre las fachadas laterales del edificio, situándose únicamente en el sector de incendio del almacén, con la misma distribución sobre la planta, proyectada sobre las fachadas a una altura de 1.5 m sobre rasante.



Figura 6.4. Exutorio de lamas.

6.8 Almacenamientos

Para cumplir con lo dispuesto en el apartado 8 del Anexo II del RSCIEI del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Los materiales metálicos que componen las estanterías como largueros, bastidores y paneles metálicos son de acero de la clase A1.
- Según la Tabla 6.9, se establece que no es necesario la implantación de rociadores automáticos de agua, ya que al tener el establecimiento una configuración de **Tipo C**, no se requiere.
- El sistema de almacenaje independiente es operado de forma manual. Los pasillos que se dispondrán como elementos de evacuación cumplen con el mínimo de 1m. de anchura.

Tabla 6.9. Nivel de riesgo intrínseco de la estructura en sistemas de almacenaje con estanterías metálicas [1].

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

6.9 Riesgo de fuego forestal

Según lo dispuesto en el apartado 10 del Anexo II del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

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

- *La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones de aproximación a los edificios*
- *Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco, de forma circular, de 12.5 m de radio.*
- *Los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.*
- *En lugares de viento fuerte y de masa forestal próxima se ha de aumentar la distancia establecida en un 100 por cien, al menos en las direcciones de los vientos predominante.*

Este establecimiento industrial cumple con la normativa citada puesto que las vías de acceso para los cuerpos de emergencia se disponen en dos vías paralelas colindantes a la nave y la masa forestal más próxima está a más de 25m de distancia, sobre el perímetro de la nave según se puede ver en la Figura 3.3.

7 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

En este apartado se obtendrán los cálculos de los sistemas de protección activa y pasiva, utilizados para cumplir la normativa vigente y garantizar así la seguridad de la instalación frente a un conato de incendio o minimizar riesgos y daños frente a un incendio ya propagado. Para ello, se seguirá el Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1].

7.1 Sistemas automáticos de detección de incendios.

Según dispuesto en el apartado 3 del Anexo III del RSCIEI del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1].

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- a) *Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:*
 - 1. *Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.*
 - 2. *Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.*
 - 3. *Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.*
 - 4. *Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.*
 - 5. *Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.*

- b) *Actividades de almacenamiento si:*
 - 1. *Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m² o superior.*
 - 2. *Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.*
 - 3. *Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.*
 - 4. *Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.*
 - 5. *Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.*

NOTA: cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño (apartado 1 de este anexo) den lugar al uso de detectores térmicos, aquella podrá sustituirse por una instalación de rociadores automáticos de agua.

Según la normativa citada, como la nave está clasificada como una configuración de tipo C y su superficie total construida es superior a 1500 m², se deberá instalar una centralita de detección de incendios, y detectores de incendio por sensor térmico.

CENTRALITA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.

Para manejar el control de toda la instalación de protección contra incendios se ha elegido una centralita Kilsen FOC-31 de 16 zonas montada en chasis metálico y carcasa de plástico, la cual está habilitada para manejar los distintos detectores del mercado. Distingue entre alarma automática de detector de incendios y la alarma de pulsador manual. Estará situada dentro del cuadro eléctrico de la nave localizado en el sector del almacén.



Figura 7.1. Centralita de detección Kilsen [16].

DETECTORES DE INCENDIO

Los detectores instalados son detectores de sensor térmico convencional, con las siguientes características: base incluida, activación del térmico a 58°C. Indicador Omniview patentado de estado visible 360° Material plástico resistente al fuego en color marfil.



Figura 7.2. Detector automático de incendios Kilsen [16].

7.2 Sistemas manuales de alarma de incendio.

Según dispuesto en el apartado 4 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se indica que:

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

a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:

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

b) Actividades de almacenamiento, si:

- 3. Su superficie total construida es de 800 m² o superior, o*
- 4. No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.*

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

Se procederá por tanto a la instalación de sistemas manuales de alarma de incendio, ya que nuestro sector de incendios está destinado al almacenamiento y posee una superficie de más de 800 m². También se ha decidido instalar pulsadores en los demás sectores de la nave, ya que se ha considerado conveniente para prevenir los riesgos de un incendio.

Los pulsadores estarán distribuidos según la planimetría del proyecto, de tal forma que se encuentren adyacentes a cada uno de los extintores que se han instalado en la nave. Su distribución se puede consultar en el plano 4.

PULSADORES MANUALES DE ALARMA

El pulsador de alarma seleccionado es un pulsador convencional con cristal rompible. Tiene un led indicador de estado, que se ilumina de color rojo en caso de que sea activado. Incorpora llave de prueba, posibilidad de montarlo empotrado o en una superficie, el cristal y accesorios de montaje superficial o empotrado, material ABS y es del color rojo como se observa en la Figura 7.3.



Figura 7.3. Pulsador manual de alarma rearmable Kilsen [16].

7.3 Sistemas de comunicación de alarma.

En el apartado 5 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se dispone lo siguiente:

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 m² o superior.

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

Este apartado no es requerimiento obligatorio según la norma, ya que la suma de los distintos sectores del establecimiento industrial no supera los 10.000 m². Aun así, se instalarán los siguientes altavoces de alarma, uno por cada sector de incendio establecido ya que se considera un elemento eficaz para la protección contra incendios.

Se dispondrán de 5 altavoces de alarma dentro del sector del almacén, distribuidos según la planimetría del proyecto, y colocados en el falso techo a una altura de 9 m.

ALTAVOZ DE ALARMA

Sirena acústica para comunicación de emergencias modelo de la marca Kilsen. Potencia acústica máxima: 95 dB. Dimensiones: 60 x Ø93 mm.



Figura 7.4. Alarma acústica multitono Kilsen [16].

7.4 Sistemas de hidrantes exteriores.

Según el apartado 7 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

a) *Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 de este reglamento.*

b) *Concurren las circunstancias que se reflejan en la Tabla 7.1.*

Interpretando la tabla 7.1 se deduce que este proyecto está exento de una instalación de hidrantes exteriores, al tener el establecimiento una configuración de tipo C, un sector de área menor de 3500 m² y al ser de riesgo intrínseco medio.

Tabla 7.1. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco [1].

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

7.5 Extintores de incendio

En relación con los extintores de incendios, en el apartado 8 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se comenta que:

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

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre [17].

Tabla 7.2. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A [1].

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

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

La dotación estará de acuerdo con lo establecido en los apartados anteriores, excepto el recorrido máximo hasta uno de ellos, que podrá ampliarse a 25 m.

Tabla 7.3 Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego [1].

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

El combustible de la nave se trata de material de tipo sólido (A), con lo que tendremos en cuenta esta clase para la elección de los extintores. Según los requerimientos de distribución del apartado anterior, los extintores se dispondrán de la siguiente forma en los distintos sectores del establecimiento:

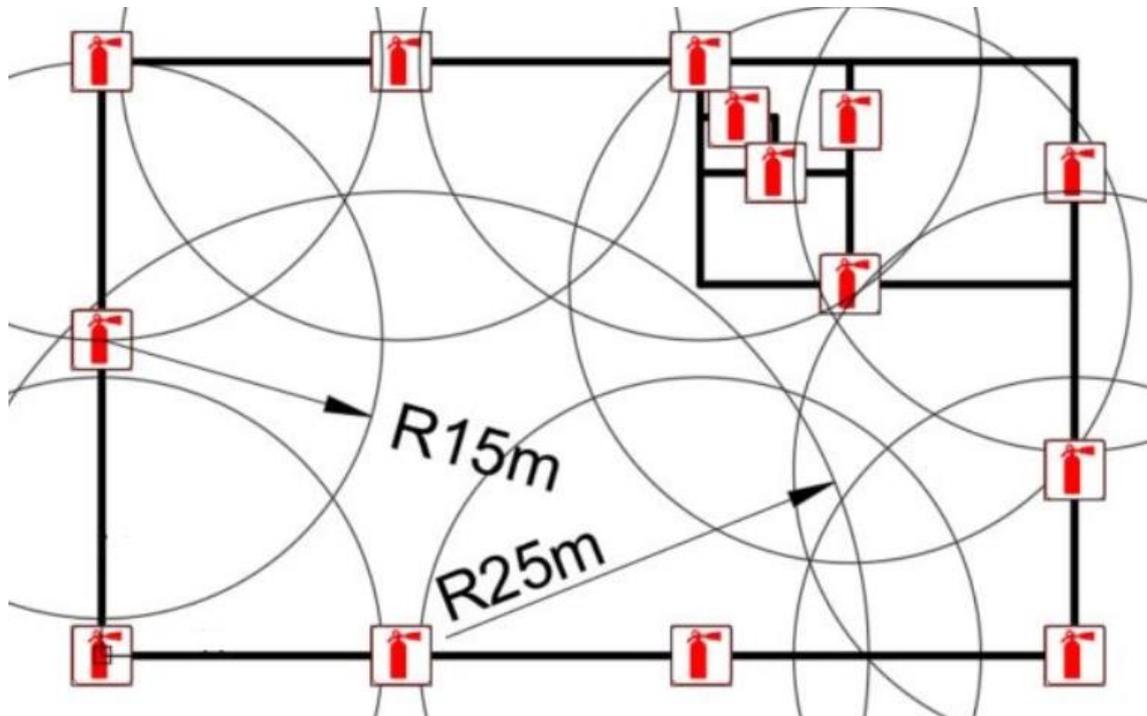


Figura 7.5. Distribución de extintores en la nave.

Como se puede observar, todos los espacios quedan cubiertos sin dejar ningún sitio por debajo de los 15 m de distancia a un extintor. Se ha dispuesto un extintor con recorrido máximo de 25 m ya que así lo permite la normativa. Estos recorridos han sido calculados teniendo en cuenta la obstaculización que podría haber hasta cada uno de ellos, como podrían ser las estanterías en el sector del almacén.

En la Tabla 7.4 se puede observar la cantidad y características de los extintores señalados en la imagen anterior.

Tabla 7.4. Características y disposición de los extintores.

Sector de incendio	Nivel de riesgo	Cantidad de extintores	Eficacia mínima requerida	Contenido del extintor	Peso del extintor (Kg)
Almacén	Medio 3	10	21A 113B	Polvo seco	6
Aseos	Bajo 1	1	21A 113B	Polvo seco	6
Sala de juntas	Bajo 1	1	21A 113B	Polvo seco	6
Oficinas	Bajo 1	1	21A 113B	Polvo seco	6
Recepción	Bajo 1	1	21A 113B	Polvo seco	6

EXTINTOR DE INCENDIO

Extintor de polvo 21A 113B de 6Kg. Marca Segurifoc.



Figura 7.6. Extintor de polvo seco Segurifoc.

7.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas.

Según lo dispuesto en el apartado 9 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se indica que:

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

- *Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.*

Tipo de BIE y necesidades de agua.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:

Tabla 7.5. Condiciones hidráulicas requeridas [1].

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

Se 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.

Por lo siguiente, el sector del almacén al tener un riesgo intrínseco medio y una superficie construida de más de 1000 m², deberá estar dotado de un sistema de Bies para la extinción de incendios.

Para la ubicación de las BIE, nos basaremos en apartado 7 del apéndice 1, del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios aprobado por el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1] se tendrán en cuenta los siguientes requisitos:

- *Las BIE se deberán montar sobre un soporte rígido, de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1.50 m sobre el nivel del suelo.*
- *Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.*
- *El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.*
- *La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.*
- *Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.*

Por lo tanto, siguiendo las directrices de esta normativa, se instalarán tres BIE en el sector del almacén de tipología DN 45 mm y una posible simultaneidad de uso de ambas, durante 60 minutos.

Según la normativa, el caudal mínimo requerido para cada BIE será de 100 l/min, con una presión comprendida entre 2 y 5 bar. La instalación deberá ser capaz de suministrar un caudal mínimo de 200 l/min durante una hora, debido a que hay que garantizar el uso simultáneo de las dos BIE dispuestas en el sector del almacén. Para ello se ha seleccionado una presión de salida de 3.5 bar, tomando así la media entre la mínima y máxima presión requerida. Cada manguera tendrá una longitud de 20 m, con un alcance de chorro de 5 m. De esta forma, cada manguera tendrá un radio de acción de 25 m cada una, pudiendo así llegar a cualquier lugar de la nave.

El material de las tuberías será acero inoxidable AISI 316 para evitar la corrosión producida por el agua, y así no tener mayores pérdidas de carga por el paso del tiempo.

7.6.1 Cálculo del caudal y diámetro de la tubería.

Para los cálculos de las BIE'S se tendrán en cuenta los siguientes parámetros indicados por la norma. Remarcar que el rango de velocidad se ha escogido para no generar ruidos ni sobredimensionamiento de las canalizaciones.

- Diámetro interior: 45 mm.
- Presión de salida: 3.5 bar.
- Caudal mínimo para el suministro simultáneo de dos BIE: 200 l/min.
- Caudal nominal suministrado para cada BIE: 100 l/min.
- Velocidad máxima del fluido: 5 m/s.
- Velocidad mínima del fluido: 1 m/s.
- Velocidad propuesta para hacer los cálculos: 3 m/s.
- No de BIE'S: 3

- Rugosidad superficial del acero AISI 316: 0.2 μm .

La expresión utilizada para obtener los diámetros de las tuberías es la siguiente:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} \quad (28)$$

Donde:

- Q = caudal (m^3/s).
- V = velocidad (m/s).
- S = sección (m^2).

El diámetro de las tuberías que componen el circuito hidráulico de las Bies estará comprendido entre 1 m/s y 5 m/s para evitar problemas de ruido y erosión. En la siguiente tabla se muestran las medidas y los valores calculados.

Tabla 7.6. Dimensionamiento del circuito hidráulico.

TRAMO	TIPO	N*	Caudal Total (l/s)	\varnothing para V 1 m/s (mm)	\varnothing para V 5 m/s (mm)	Diam. Adoptado			V (m/s)
						Pulg.	DN	D int. (mm)	
GPI - N1	Toma a BIE 01	2	3.3	65.1	29.1	2	50	53	1.51
N1 - N2	Toma a BIE 02	1	1.7	46.1	20.6	1 1/2	40	41.8	5.21
GPI - N3	Toma a BIE 03	1	1.7	46.1	20.6	1 1/2	40	41.8	1.21

*Numero de BIE en funcionamiento

7.6.2 Cálculo de la pérdida de carga

Para el cálculo de la pérdida de carga por el rozamiento que ejerce el agua dentro del circuito, se utilizará la *fórmula de Hazen-William* [19] simplificada para una sección circular (29).

$$h_L = \frac{10.665 \cdot Q^{1.85}}{C_{HW}^{1.852}} \cdot \frac{L}{D^{4.8705}} \quad (29)$$

Donde:

- h_L = pérdida de carga lineal (m.c.a.).
- C_{HW} = Coeficiente de Hazen-William (120).
- L = Longitud del tramo (m).
- D = Diámetro del tramo (m).
- Q = Caudal en m^3/s .

Para el cálculo de las pérdidas de carga por accesorios, se ha empleado la siguiente expresión (6):

$$(h_L)_a = k \cdot \frac{v^{1.85}}{2g} \quad (30)$$

Donde:

- $(h_L)_a$ = pérdida de carga en accesorios (Leq en m.c.a.).
- K = coeficiente adimensional (Ver tabla).
- V= Velocidad del fluido (m/s).
- g = Gravedad (9.8 m/s²).

Tabla 7.7. Valores de k para accesorios.

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS DE ACCESORIOS	
ACCESORIO	K
Válvula de retención abierta	2
T por salida lateral	1.80
Codo a 90º de radio normal	0.40

De esta forma, la altura correspondiente a la pérdida de carga por ambas expresiones se ha englobado en la Tabla 7.8.

Tabla 7.8. Cálculo de las pérdidas de carga.

TRAMO	Caudal Total (l/s)	D int. (mm)	V (m/s)	Longitud (m)	Accesorios			CHW	H (m.c.a.)
					Tipo	k	Cantidad		
GPI - N1	3.3	53	1.51	34	Te	1.8	1	130	2.4
					Codo 90	0.75	1		
					Válv. de ret.	2	1		
N1 - N2	1.7	41.8	1.21	42	Te	1.8	1	130	2.4
					Codo 90	0.75	1		
					Válv. de ret.	2	1		
GPI - N3	1.7	41.8	1.21	32	Te	1.8	1	130	1.9
					Codo 90	0.75	1		
					Válv. de ret.	2	1		

$$H_L \text{ tramo} = H \text{ Lineal} + H_L \text{ accesorios} = k \cdot \frac{v^{1.85}}{2g} + \frac{10.665 \cdot Q^{1.85}}{C_{HW}^{1.852}} \cdot \frac{L}{D^{4.8705}} \quad (31)$$

$$H_L = \sum H_L \text{ tramo} \quad (32)$$

En total la pérdida de carga será la de la suma de los tres tramos, lo que viene a ser 10.1 m.c.a. También hay que considerar la pérdida por altura desde el grupo de presión hasta el ramal

pueden abastecerse del agua necesaria, regulando el caudal y la presión, para extinguir un incendio en un edificio.

Según el apartado 10 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

Se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

Las bocas de salida de la columna seca estarán situadas en recintos de escaleras o en vestíbulos previos a ellas.

En la nave de estudio, al tener la nave una altura de evacuación menor de 15 m no es necesario instalar sistemas de columna seca.

7.8 Sistemas de rociadores automáticos de agua

Por lo expuesto en el apartado 10 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1].

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

b) Actividades de almacenamiento si:

- 1. Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m² o superior.*
- 2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m² o superior.*
- 3. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.*
- 4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.*
- 5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.*

Al ser un establecimiento industrial de tipo C, con riesgo intrínseco medio, pero con un sector de incendio destinado al almacenamiento con una superficie construida inferior a 2000 m², no será necesario la instalación de un sistema de rociadores automáticos.

7.9 Sistemas de agua pulverizada

En cumplimiento del apartado 12 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1].

Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

Y en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

Ya que el artículo 1 del RSCIEI al que hace referencia este apartado no establece una condición para la actividad de almacenamiento evaluada, no se considera necesario la dotación de un sistema de agua pulverizada en el establecimiento.

Respecto a la seguridad de la estabilidad estructural, se da como satisfecha sin necesidad de instalar un sistema de agua pulverizada ya que en el apartado 6.4. se ha establecido que la resistencia al fuego cumple con creces el mínimo requerido por la normativa citada.

7.10 Sistemas de espuma física

Citando el apartado 13 del anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1].

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento) y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

Como el artículo 1 no distingue la actividad de almacenamiento llevada a estudio, no será obligatorio la instalación de un sistema de espuma física para la protección contra incendios de este establecimiento industrial.

7.11 Selección del grupo de presión

La selección del grupo de presión se tomará siguiendo los cálculos realizados en los Anexos anteriores, teniendo en cuenta los requisitos dispuestos en la normativa para el cumplimiento del suministro, para el caso simultáneo de las dos Bies más desfavorables. Tomaremos los datos de los apartados anteriores, de caudal y altura para la selección del grupo de presión $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$ y $H = 43.2 \text{ m.c.a.}$

Se ha elegido un grupo de presión contra incendios compuesto por una bomba jockey de 1.5 C.V. y una bomba principal eléctrica de 4 C.V., con el certificado de cumplimiento de la normativa UNE 23500:2018 [8]. Este grupo de presión alcanza un caudal de $12 \text{ m}^3/\text{h}$ a una presión de 50 m.c.a. y estará situado en el cuarto de contadores del exterior del establecimiento.



Figura 7.9. Grupo de presión contra incendios [21].

7.12 Cálculo del depósito de abastecimiento de agua

En el apartado 6 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se expone la forma de cálculo de la reserva de agua para el abastecimiento del sistema de extinción. Al ser un sistema formado únicamente por bocas de incendio, solo tendremos en cuenta el caudal de estas para el cálculo del volumen necesario de agua del depósito.

Siguiendo las indicaciones de la normativa, se situará un depósito de abastecimiento de agua, independiente del suministro público, que garantice el abastecimiento de las dos BIE'S más desfavorables durante el tiempo estipulado en la normativa. De esta forma, el requerimiento mínimo de caudal será el que pueda mantener en funcionamiento las dos Bies más desfavorables. Así pues, se calculará la capacidad del depósito para este caso.

Este depósito de abastecimiento también irá situado dentro del cuarto de contadores del exterior del establecimiento en una estancia diáfana de 10 m².

Tabla 7.9. Mínimo gasto simultáneo de las dos Bies más desfavorables.

Descripción	Suministro Uds.	Caudal unitario l/s	Caudal simultáneo l/s	Gasto una hora m ³ /h
BIE 45 mm	2.00	1.67	3.33	12.00

Se situará por tanto un depósito de P.R.F.V. con capacidad mínima de 12 m³ en el exterior del establecimiento para poder abastecer la instalación contra incendios según la normativa.

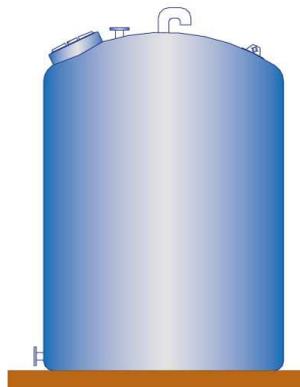


Figura 7.10. Depósito de abastecimiento de agua [22].

7.13 Sistemas de extinción por polvo

Por lo dispuesto en el apartado 13 del Anexo III *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 del reglamento) y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

Debido a que el artículo 1 del presente reglamento no cita a la actividad evaluada, no se verá como obligatorio la instalación de un sistema de extinción por polvo.

7.14 Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

Según el apartado 13 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

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

- a) *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).*
- b) *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.*

Al no verse la actividad de almacenamiento expuesta en el artículo citado, además de tampoco tener ningún tipo de almacenamiento descrito en el apartado b) citado anteriormente, no se proveerá un sistema de extinción por agentes extintores gaseosos.

7.15 Sistemas de alumbrado de emergencia

Por lo dispuesto en el apartado 16 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

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

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

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

- 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.*

Al ser un establecimiento industrial sobre rasante, con un riesgo intrínseco medio y con una ocupación del sector de almacenamiento superior a 10 personas, será obligatorio la instalación de un sistema de alumbrado de emergencia para señalar las vías de evacuación, junto a la implantación de una fuente de energía independiente del alumbrado general. También se instalará un sistema de alumbrado de emergencia en los demás sectores de la nave.

El alumbrado de emergencia en las vías de evacuación estará dispuesto por 31 luces de emergencia led de 3W, 26 para las vías de evacuación del almacén, dos luces en el sector de las oficinas, y una luz por cada sector restante del establecimiento. Todas contarán una luminancia de 600 lúmenes.

La distribución de luces de emergencia contemplada en la Figura 7.7 se ha realizado de forma que los luxes proyectados sobre las vías de evacuación sean un total de 5, superando así el lux mínimo exigido por la norma citado en el apartado anterior.

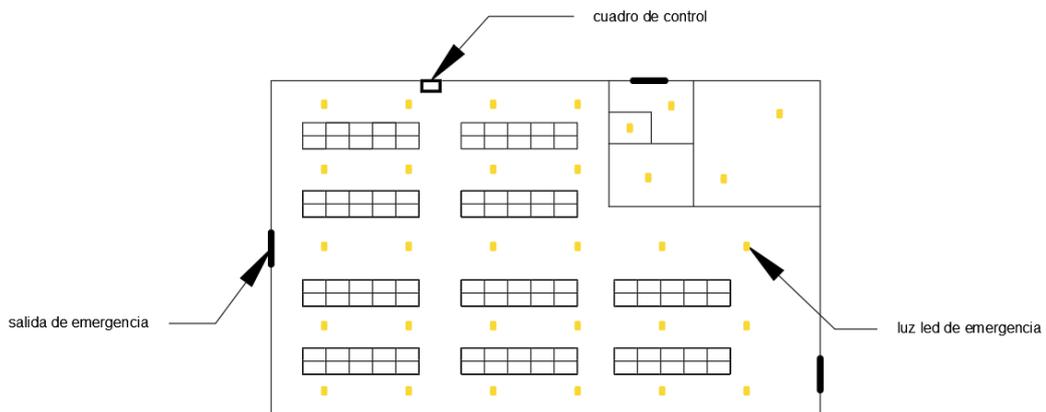


Figura 7.11. Disposición del alumbrado de emergencia.

La fuente de energía será una batería independiente con capacidad para mantener el alumbrado de emergencia durante 1h, al 100% de su tensión nominal, cumpliendo así con el mínimo exigido por la normativa.



Figura 7.12. Luz de emergencia led [23].

7.16 Señalización

Por lo dispuesto en el apartado 17 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1]:

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

Dentro del Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril* [15], se comunica en el Anexo I que *la elección del tipo de señal, emplazamiento y cantidad se realizará de forma que resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta lo siguiente.*

- *Las características de la señal.*
- *Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.*
- *La extensión de la zona a cubrir.*
- *El número de trabajadores afectados.*

El formato de la señalización deberá cumplir lo dispuesto en la norma *UNE 23033-1:2019* [10].

La señalización estará provista para indicar tanto los medios de extinción servidos por el establecimiento, como los extintores de polvo y las bocas de incendio equipadas, las vías de evacuación y los comportamientos a evitar para minimizar los riesgos de provocar un incendio.

Las salidas de emergencia serán reconocibles por el rótulo de “SALIDA DE EMERGENCIA” que aparecerá sobre una luminaria de pared con luz de emergencia. También se dispondrá de carteles con el rótulo de “SALIDA” y la dirección y sentido a seguir, indicando todas las vías de escape desde cada sector de incendio.

Para la señalización de los extintores, BIE’S y pulsadores de alarma, se utilizarán carteles dispuestos a una altura de 170 cm para una mayor visibilidad por parte del usuario. La distribución de las señales estará dispuesta en la planimetría del proyecto.

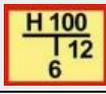
		
Imagen de la señal de pulsador de alarma	Imagen de la señal de extintor portátil	Imagen de la señal de extintor móvil
		
Imagen de la señal de BIE	Imagen de la señal de hidrante	Imagen de la señal de manta ignífuga
		
Imagen de la señal de columna seca junto con el texto obligatorio por el RIPCI de "USO EXCLUSIVO BOMBEROS"	Imagen de la señal de dispositivos de disparo de sistemas de extinción	Imagen de la señal de dispositivos de disparo de sistema de extinción de agua nebulizada

Figura 7.8. Señales de medios de extinción de PCI según la UNE 23033-1:2019 [10].

			
Imagen de la señal de salida de emergencia	Imagen de la señal de no obstruir	Imagen de la señal de no utilizar en caso de emergencia	Imagen de la señal de salida de socorro, deslizar para abrir
			
Imagen de la señal de salida de socorro, empujar para abrir	Imagen de la señal de salida de socoro, apoyar sobre la barra para abrir	Imagen de la señal de romper para pasar	Imagen de la señal de no cerrar mientras el local esté cerrado

Figura 7.9. Señales de las vías de evacuación según la UNE 23033-1:2019 [10].

8 RESUMEN

Como resumen de esta memoria, se han creado dos tablas detallando los sistemas a instalar y la cantidad de equipos dispuestos en cada sector de incendio.

En la Tabla 8.1 se muestran los sistemas de lucha contra incendios implementados. De todos los posibles, los mínimos necesarios por norma son el Plan de Emergencia, los sistemas automáticos y manuales de alarma y detección de incendios, las Bies en el sector del almacén, las distintas señalizaciones, los extintores de incendio y el alumbrado de emergencia. El sistema de comunicación de alarma, aunque no sea necesario, se ha incluido para aportar un extra de seguridad en el caso de que se produzca una emergencia y haya parte del personal de trabajo que no haya sido informado. El no incluir el resto de los sistemas posibles permite reducir el coste de la instalación.

Tabla 8.1. Sistemas de lucha contra incendios implementados en el establecimiento.

Plan de emergencia	SI
Sistema automático de detección de incendios	SI
Sistemas manuales de alarma de incendio	SI
Sistemas de comunicación de alarma	SI
Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	SI
Sistemas de hidrantes exteriores	NO
Extintores de incendio	SI
Sistemas de bocas de incendio equipadas	SI
Sistemas de columna seca	NO
Sistemas de rociadores automáticos de agua	NO
Sistemas de agua pulverizada	NO
Sistemas de espuma física	NO
Sistemas de extinción por polvo	NO
Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos	NO
Alumbrado de emergencia de vías de evacuación	SI
Sistema de evacuación de humos	SI
Señalización	SI

En la Tabla 8.2. se puede observar la cantidad y distribución de cada uno de los componentes seleccionados para la instalación. Se observa como en el sector donde se va a realizar la actividad primordial incluye un número mayor de equipos que el resto de los sectores. Esto también viene influido por el área tan grande que ocupa este sector del edificio.

Tabla 8.2. Dotación de equipos de los sectores de incendio.

Equipo	Oficinas	Sala de Juntas	Vestuarios	Recepción	Almacén
Extintor de Incendios	1	1	1	1	10
Detector automático de incendio	-	-	-	-	5
Pulsador manual de alarma	1	1	1	1	10
Bocas de incendio equipadas	-	-	-	-	3
Luz led de emergencia	2	1	1	1	14
Señal de dirección de evacuación	2	1	1	1	17
Señal de extintor de incendios	1	1	1	1	10
Señal de pulsador de alarma	1	1	1	1	10
Señal de salida de emergencia	-	-	-	1	2
Señal de boca de incendio equipada	-	-	-	-	3

9 REFERENCIAS

- [1]. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. “Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”. BOE 303, 2004. Págs. 41194 – 41255.
- [2]. Ministerio de Vivienda. “Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación”. BOE 74, 2006. Págs. 11816 – 11831.
- [3]. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. “Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios”. BOE 139, 2017. Págs. 48349 – 48386.
- [4]. Ministerio de Fomento. “Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, por el que se aprueba la norma básica de la edificación «NBE-CPI/96: Condiciones de protección contra incendios de los edificios»”. BOE 261, 1996. Págs. 32378 – 32422.
- [5]. UNE-EN 13501-1:2002 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.
- [6]. UNE-EN 13501-2:2004 Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2. Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.
- [7]. UNE-EN 3-7:2004 Extintores portátiles de incendios.
- [8]. UNE 23500:2018 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.
- [9]. UNE 23585:2017 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor.
- [10]. UNE 23033-1:2019 Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad.
- [11]. UNE 23093-1:1998 Ensayos de resistencia al fuego.
- [12]. UNE 23727:1990 Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.
- [13]. J. L. Villanueva. “NTP 45: Plan de emergencia contra incendios”. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, 1983.
- [14]. Comisión Europea. “2003/629/CE: Decisión de la Comisión, de 27 de agosto de 2003, que modifica la Decisión 2000/367/CE que establece un sistema de clasificación de las propiedades de resistencia al fuego de los productos de construcción, en lo que respecta la inclusión de productos para el control de calor y humo”. DOUE C(2003) 2851. Págs. 1.218/51 – 1218/54.
- [15]. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. “Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”. BOE 97, 1997. Págs. 12911 – 12918.
- [16]. Empresa CAMIDON. <https://camydom.com>. Web consultada el 27 de Julio de 2020.

- [17]. Ministerio de Industria y Energía. “Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios”. BOE 298, 1993. Págs. 35159 – 35168.
- [18]. Empresa SEGURIFOC. <https://www.segurifoc.com>. Web consultada el 29 de julio de 2020.
- [19]. E. J. Finnemore; J. B. Franzini. “Fluid Mechanics”. McGraw Hill, 2002. ISBN: 0072432020.
- [20]. Empresa PROMATEC SERVICIOS INTEGRALES. <https://www.compraextintoresbaratos.es>
Web consultada el 30 de julio de 2020.
- [21]. Empresa BOMDESA. <https://www.bomdesa.com> Web consultada el 2 de agosto de 2020.
- [22]. Empresa REMOSA. <https://www.remosa.net/es/index.htm> Web consultada el 5 de agosto de 2020.
- [23]. Empresa EFECTOLED. <https://www.efectoled.com> Web consultada el 8 de agosto de 2020.

Parte II

II. PLIEGO DE CONDICIONES

OBJETO

Se redacta el presente documento para exponer las condiciones técnicas en cuanto a la protección contra incendios del edificio, desde el punto de vista de las medidas pasivas, resistencia, compartimentación y evacuación.

También de las activas, como: detección y extinción, para cumplimentar las exigencias del Código Técnico de la Edificación referidas a la seguridad en caso de incendio. El objeto de este Pliego es la enumeración de tipo general técnico de Control y de Ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del Proyecto.

CONDICIONES TÉCNICAS

La ejecución del proyecto se hará de acuerdo con el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. La cantidad y disposición en la nave de los medios de protección activa y pasiva se hará según la planimetría de este proyecto.

El restante de componentes como extintores, B.I.E., pulsadores de alarma, etc., irán sujetos en superficie o empotrados según diseño y cumpliendo los condicionantes dimensionales en cuanto a posición según el CTE DB SI. Dichos soportes tendrán la suficiente resistencia mecánica para soportar su propio peso y las acciones de su manejo durante su funcionamiento.

Extintores de polvo seco

Los extintores instalados serán de la marca Segurifoc, con las siguientes características:

- Agente extintor: Polvo ABC40 – 6Kg. ref. AUCA 4. Tiempo descarga: 16 s.
- Gas propulsor y presión de servicio: Botellín CO₂ 10,5gr.; PS (20°C) = 14 bar.
- Soportes: Soporte transporte metálico o plástico.
- Temperatura de utilización: - 20°C + 60°C.
- Dimensiones y peso: Altura: 520mm – Ancho: 150 mm. – Largo: 150mm. Peso: 9.6 Kg.
- Eficacias fuegos a, b y c: 21A - 113B - C.

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- Los extintores de polvo seco ABC de 6 kg descritos anteriormente, están dispuestos según la norma UNE 23033-1 [5], con un recorrido máximo de 15 m desde cualquier punto de la nave. Uno estará colocado a un recorrido máximo de 25 m ya que así lo permite la norma.
- Habrá 10 extintores en el sector del almacén, 1 en el sector de las oficinas, 1 en la recepción, 1 en los aseos y 1 en la sala de juntas.
- Estos estarán colocados sobre la fachada y tabiquería, a una altura de 1.2 m. con su respectiva señalización sobre cada uno de ellos.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Se comprobará la accesibilidad, señalización y estado mediante una inspección ocular, además del estado del peso y presión indicada en el manómetro, teniendo que permanecer en el margen de presión indicado. Se comprobará también el estado de la anilla de sellado además de que no falte ningún componente.
- Cada año: Comprobación del estado de carga (peso y presión). Esta revisión se sellará en la placa de inspecciones del extintor.
- Cada 5 años: se procederá a un retimbrado por parte de la empresa contratada, el cual se tendrá que realizar de acuerdo a la ITC-MIE-AP5 del Reglamento de aparatos a presión sobre extintores de incendios.

Pulsadores manuales de alarma de incendios.

Los pulsadores de alarma será un modelo tradicional de la marca KILSEN, con las siguientes características:

- Pulsador rearmable de alarma
 - Con llave de prueba.
 - Montaje de superficie.
 - Color rojo.
- Incluye plástico rearmable DMN800, base de montaje en superficie DM788 y resistencia de 100 Ohm.
- Dimensiones: 89x88x58mm.
- Certificado CPD.

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- Los pulsadores manuales de alarma están constituidos por 14 pulsadores, dispuestos al lado de cada extintor. Estos pulsadores permitirán transmitir una señal de emergencia a la centralita de control permanentemente vigilada, de forma que sea identificable la zona en la que se ha activado el pulsador.
- Estos pulsadores se colocarán a una altura de 1 m, y estarán situados de tal forma que desde cualquier punto de la nave no se superen los 25 m de recorrido hasta alguno de ellos.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Comprobación del funcionamiento de las instalaciones, asegurando el buen funcionamiento de cada pulsador activándolo manualmente y comprobando su sincronía con la centralita instalada.

- Cada año: Comprobación del funcionamiento de la instalación y limpieza de los componentes. Prueba de verificación de cada fuente con su respectivo suministro eléctrico.

Detector automático de incendio

Detector termovelocimétrico convencional (KL710), de la marca KILSEN.

- Voltaje de funcionamiento: 18 a 28 VDC
- Dimensiones físicas: 45 mm x 99 mm
- Color: Blanco (RAL 9010-P)
- Temperatura de funcionamiento: -10 a +70°C
- Temperatura de almacenamiento: -10 a +80°C
- Humedad relativa: 0 a 95%
- Clasificación IP: IP42

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- Los detectores de incendio se ajustarán a la norma UNE 23007. Estarán instalados según el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, y habrá 5 detectores térmicos en el sector del almacén.
- Estos estarán colocados según la planimetría del proyecto.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Comprobación del funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro). Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos, etc.
- Cada año: Verificación integral de la instalación, con limpieza del equipo de centrales y accesorios y verificación de uniones roscadas o soldadas. Limpieza y reglaje de relés, de tensiones e intensidades. Verificación de los equipos de transmisión de alarma y prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico.

Central para detección de incendios

Las características de la central convencional 8 zonas Kilsen (KFP-CF8-09) para detección de incendios son:

- Tipo de fuente de alimentación: VAC
- Voltaje de funcionamiento: 110 VAC @ 50 Hz or 230 VAC @ 50 Hz (+10% -15%)
- Consumo de corriente: 3.15 A @ 110/< 1.5 A @ 240 VAC
- Cantidad: 8
- Cantidad de dispositivos por lazo: 20 máx.

- Batería en reposo
- Capacidad: 2 x 12V - 7.2 or 12 Ah (SLA)
- Dimensiones físicas: 440 x 495 x 129 mm (W x H x D)
- Peso neto: 3.9 kg (without battery)
- Peso de envío: 6 kg
- Color: Blanco (RAL 9010)
- Tipo de Montaje: Montaje en Superficie
- Entradas de cable: Ø 20 mm - 20 / 2 / 26 (Top/Bottom/Rear)
- Temperatura de funcionamiento: -5 to +50°C
- Temperatura de almacenamiento: -20 to +70°C
- Humedad relativa: 10 to 95% noncondensing
- Clasificación IP: IP30

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- La central de detección de incendios estará instalada dentro del cuadro eléctrico de la nave. Esta se instalará mediante las instrucciones del fabricante, conectando simultáneamente los detectores térmicos, pulsadores de alarma y sirenas de aviso en caso de emergencia.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Comprobación del funcionamiento de las instalaciones (con cada fuente de suministro). Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos, etc.
- Cada año: Verificación integral de la instalación, con limpieza del equipo y prueba final de la instalación con cada fuente de suministro eléctrico

Sistema de comunicación de alarma

El modelo de las sirenas de alarma será una sirena multitono Kilsen (AS363) con 32 tonos. Potencia acústica de 94-126dB para interior. Policarbonato. 24Vcc/4-41mA. Color rojo. IP21. Las características son las siguientes:

- Voltaje de funcionamiento: 17 - 60 VDC (EN54-3 / aplicaciones de fuego)
- Consumo de corriente: 4 - 41mA @ 24 VDC
- Nivel de salida: 94 a 106dB (A) (a 1 m)
- Tonos seleccionables: 32
- Sincronización: Inicio por fases (sincronización automática)
- Monitorización de línea: entrada polarizada

- Dimensiones físicas: 100 x 81 mm (\varnothing x H)
- Peso neto: 215 g
- Material: Policarbonato de alto impacto
- Temperatura de funcionamiento: -25 a + 70 ° C
- Clasificación IP: IP21

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- El sistema de comunicación de alarma transmitirá una señal de emergencia en forma de tono agudo, superando los 80 dB para que pueda ser escuchado por todo el personal de la nave.
- Esta señal acústica se dará solo en caso de emergencia, es decir, cuando la central de detección de incendios active su protocolo de aviso en caso de emergencia, ya sea por una detección automática del incendio, o mediante la pulsación manual de los pulsadores de emergencia situados dentro de la nave.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Comprobación del funcionamiento de las instalaciones. Sustitución de pilotos, fusibles, etc., defectuosos, etc.
- Cada año: Verificación integral de la instalación, con limpieza del equipo y prueba final de la instalación con cada fuente de sonido.

Bocas de incendio equipadas (Bies)

Las Bies instaladas en el establecimiento serán de DN de 45 mm, con manguera plana de 20 m y una puerta semiciega con visor. El modelo incluye las siguientes características:

- Armario: 45 cm alto x 60 cm ancho x 13 cm profundidad. Pintado en rojo RAL-3000, con rejilla lateral de ventilación.
- Carrete: Abatible, anticorrosión y resistente a la fricción.
- Manguera plana: 20 m de largo de 45mm de diámetro.
- Válvula: válvula de esfera.
- Manómetro: Mide de 0 a 16 bares.
- Puerta semiciega con visor, cierre y precinto de seguridad.

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- Las bocas de incendio equipadas estarán suministradas desde el depósito de abastecimiento instalado a las afueras de la nave, y estarán provistas por una red de tuberías para la distribución del agua tal y como se describe en la memoria y planos del proyecto.

- Los equipos instalados se compondrán de un armario para albergar la BIE, una manguera plana de 45mm que estará instalada sobre un carrete, una lanza que servirá de control de salida del agua, válvula de seccionamiento para apertura y cierre y un manómetro para la comprobación de la presión estática.
- Las BIE'S estarán colocadas según la memoria y los planos, a una altura de 1.5 m y a una distancia máxima de 5 m de la salida del sector de incendio. Todas ellas dispondrán a la entrada del armario una válvula de esfera en la tubería que comunica la BIE con la red de abastecimiento.
- Deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 del Reglamento de Instalaciones de protección contra Incendios, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE 23400.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Comprobación mediante una inspección ocular de la accesibilidad, estado de los componentes y señalización de los equipos. Inspección del estado de la manguera desarrollándola en toda su extensión y accionar las boquillas para comprobar su estado. Comprobación, por lectura del manómetro de la presión de servicio. Limpieza del conjunto y engrase de cierres y bisagras en puertas del armario.
- Cada año: La empresa contratada se encargará del desmontaje de la manguera y ensayo de ésta en lugar adecuado. Comprobación del correcto funcionamiento de la boquilla en sus distintas posiciones y del sistema de cierre, así como la estanquidad de los racores y manguera y estado de las juntas. Comprobación de la indicación del manómetro con otro de referencia (patrón) acoplado en el racor de conexión de la manguera.
- Cada 5 años: La manguera debe ser sometida a una presión de prueba de 15 kg/cm².

Grupo de bombeo

El grupo de bombeo se compone de una bomba principal y una bomba jockey, funciona en corriente trifásica y tiene las siguientes características:

- 1 bomba Principal Eléctrica de 4 CV (consumo eléctrico: 7.5 Amperios)
- 1 bomba Jockey de 1.5 CV (consumo eléctrico: 2.5 Amperios).
- Caudal: 12 m³/h a 50 m.c.a.
- Medidas aproximadas: largo: 100cm x ancho: 85 cm x alto: 140 cm.
- Colector de impulsión: 3" embridado.

Equipo completo, con bancada, bombas montadas, cuadro eléctrico de control de bombas, colector común de impulsión, valvulería de corte y sección instalada, presostatos, depósito acumulador timbrado, manómetros de glicerina, válvula de seguridad de escape conducido y presostatos. Pintado en rojo.

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- El grupo de bombeo irá embridado desde el colector de impulsión hasta el circuito de abastecimiento.
- El colector de aspiración irá embridado hacia el depósito de abastecimiento.
- El grupo de presión estará instalado en el cuarto de contadores, manteniendo anclada la bancada al pavimento, mediante pernos de sujeción.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Comprobación mediante una inspección visual de todos los elementos que componen la red de suministros, desde el depósito hasta las bocas de incendio, pasando por los motores, tuberías, valvulería y accesorios. Mantenimiento del vaso de expansión, limpieza de bornes (reposición de agua destilada, etc.) y verificación de niveles (combustible, agua, aceite, etc.), así como accesibilidad a elementos, limpieza general, ventilación de salas de bombas, etc.
- Cada 6 meses: Activación y lubricación de válvulas. Verificación de la bomba y comprobación del prensaestopas o cierre mecánico para evitar cualquier tipo de fuga. Comprobación de alimentación eléctrica, líneas y protecciones.
- Cada año: Mantenimiento anual de motores y bombas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Limpieza de filtros y elementos de retención de suciedad en alimentación de agua. Prueba del estado de carga de baterías y electrolito de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Prueba, en las condiciones de su recepción, con realización de curvas del abastecimiento con cada fuente de agua y de energía.

Depósito de abastecimiento

El depósito seleccionado según los cálculos adjuntados en el anexo de cálculos de este documento, será el siguiente:

- Material: Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (P.R.F.V.)
- Peso: 350 Kg.
- Fabricante: REMOSA
- Medidas: 2.350 mm (Largo) x 2.350 mm (Ancho) x 3.260 mm (Alto)
- Volumen: 12.000 litros
- Brida de CARGA en PRFV DN 50.
- Brida de DESCARGA en PRFV DN 65.
- Aireación: Codo en PVC 110 mm.
- Boca de Hombre en PRFV DN 500.
- Orejetas de Elevación para facilitar su manipulación

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- El depósito de abastecimiento irá embridado hacia el grupo de bombeo del cuarto de contadores.
- El depósito de abastecimiento estará instalado en el cuarto de contadores, siguiendo las instrucciones del fabricante para su anclaje al pavimento.
- El suministro del depósito se realizará conectando el canal de aspiración a la red de aguas públicas.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses:
 - Comprobación del funcionamiento de las válvulas de llenado y vaciado.
 - Comprobación del nivel de agua.
 - Comprobación de las conexiones a los ramales de las tuberías y redes de canalizaciones.
 - Comprobación visual del estado de juntas.
 - Verificación automatismos de niveles.
 - Repaso general de limpieza y pintura.
 - Verificación visual de las pérdidas de agua por posibles fugas en el depósito.

Red de abastecimiento

El circuito de abastecimiento diseñado tendrá como fuente principal de agua la red pública. Aun así, por si ocurriera algún imprevisto y fallará el suministro, se usará el abastecimiento de agua proveniente del depósito.

Las conducciones serán de acero, la superficie interior será lisa y libre de rugosidades. El diámetro de los tubos de acero, no aleado, será de 2" y 1 1/2" pulgadas.

Sistema de ventilación

El sistema de ventilación estará formado por 16 exutorios, 8 de admisión de aire y 8 de extracción.

- Exutorio mecánico de lamas para la evacuación de grandes caudales de humos y gases de combustión en caso de incendio.
- Posee sistema de apertura autónomo con fusible y accionamiento por resortes.
- Sistema autónomo de apertura en caso de emergencia compuesto por fusible térmico calibrado que garantiza la apertura del equipo de forma independiente.
- Policarbonato celular blanco mate de 16 mm. de doble capa con filtro UVA.
- Dimensiones de 1800 mm x 2480 mm.

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- Cada exutorio irá situado según la planimetría del proyecto.

- La instalación de los exutorios de admisión se realizará sobre el panel de sándwich de la nave, insertándolos y sellándolos con cemento.
- La instalación de los exutorios de extracción se realizará sobre las fachadas laterales de la nave, insertándolos y sellándolos con cemento.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Accionamiento de apertura automática de todos los exutorios.

Sistema de alumbrado de emergencia

El sistema de alumbrado de emergencia se compondrá de 19 luces de emergencia led de 3W de potencia. Las características de las luces son las siguientes:

- Tensión: 220-240V AC
- Intensidad de Corriente: 60 mA
- Frecuencia: 50-60 Hz
- Luminosidad: 200 lm
- Número de LEDs: 30
- Clase Energética: A
- Dimensiones: 335x55x115 mm
- Peso: 250 g
- Material: ABS
- Protección IP: IP65
- Autonomía: 3 Horas
- Batería: 3.6 V 1.5 Ah Ni-Cd
- Vida Útil: 30.000 Horas

La ejecución de obra se hará respetando lo dispuesto a continuación:

- El sistema de alumbrado de emergencia se dispondrá según la planimetría de este proyecto.
- La iluminación tendrá que cumplir con el RSCIEI aprobado por el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.
- Todas las luces de emergencia irán conectadas al sistema general de detección de incendios, y se activarán mediante una señal mandada desde la centralita.

El mantenimiento de la instalación se deberá realizar teniendo en cuenta las siguientes inspecciones periódicas:

- Cada 3 meses: Corte de luz de todo el sistema de alumbrado general. Activación de las luces de emergencia desde la centralita para comprobar su funcionamiento.
- Cada año: Cambio de baterías de todas las luces de emergencia.

Parte III

III. PRESUPUESTO

TABLA DE CÁLCULO PARA EL PRESUPUESTO

A continuación, se expone en la Tabla 1.1. el presupuesto detallado de cada material y componente con el coste de horas de mano de obra asociado a cada uno de ellos.

Tabla 1.1. Coste de los materiales, componentes y mano de obra requerida para la instalación.

CONCEPTO	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL	MANO DE OBRA			
				Albañilería	Electricista	Fontanería	
MATERIALES Y COMPONENTES							
Campana Industrial LED 100W	20,95 €	19	398,05 €	1,5 h	1 h	-	
Detector termovelocimétrico convencional compacto	12,95 €	5	64,75 €	1 h	0,5 h	-	
Sirena de alarma multitono Kilsen (AS363) 32 tonos. 94-126dB	35,95 €	5	179,75 €	1 h	0,5 h	-	
Central convencional 8 zonas Kilsen (KFP-CF8-09)	259,95 €	1	259,95 €	0,5 h	3,5 h	-	
Extintor de polvo seco ABC de eficacia 34A/233B de 6 kg.	23,95 €	14	335,30 €	2 h	-	-	
Pulsador de alarma rearmable Kilsen (DMN700R100-KITR)	13,95 €	14	195,30 €	1 h	0,5 h	-	
BIE 45MM 20M Puerta semiciega con visor	151,25 €	3	453,75 €	2 h	-	2 h	
Grupo de presión contra incendios 12 m3/h a 50 mca	1.430,00 €	1	1.430,00 €	1 h	2 h	3 h	
Depósito en superficie para sistemas contra incendios de 12000 L.	1.915,00 €	1	1.915,00 €	4 h	-	1 h	
Exutorio mecánico de lamas para la evacuación de grandes caudales de humos	750,00 €	16	12.000,00 €	24 h	2 h	-	
Señalización extintor de incendios	2,00 €	14	28,00 €	1 h	-	-	
Señalización BIE	2,00 €	3	6,00 €	0,25 h	-	-	
Señalización pulsador de alarma	2,00 €	14	28,00 €	1 h	-	-	
Señalización salida de emergencia	2,00 €	3	6,00 €	0,25 h	-	-	
Señalización dirección de evacuación	1,50 €	22	33,00 €	1,75 h	-	-	
Tubería de acero inox. AISI 316 DN-40	15,00 €/m	74 (m)	1.110,00 €	1 h	-	6 h	
Tubería de acero inox. AISI 316 DN-50	23,00 €/m	34 (m)	782,00 €	2 h	-	11 h	
Accesorios	Codo roscado 90° DN-40	3,50 €	2	7,00 €	-	-	-
	Codo roscado 90° DN-50	4,00 €	1	4,00 €	-	-	-
	Válvula de esfera DN-40	30,00 €	2	60,00 €	-	-	-
	Válvula de esfera DN-50	45,00 €	1	45,00 €	-	-	-
	Te roscada en cruz DN-40	5,00 €	2	10,00 €	-	-	-
	Te roscada en cruz DN-50	6,50 €	2	13,00 €	-	-	-
Resina epoxi para fijación 350 ml	25,00 €	10	250,00 €				
Material de obra para exutorios (mortero, yeso...)	200,00 €	1	200,00 €				
Sistema de anclaje para extintores	4,75 €	14	66,50 €				
SUBTOTAL DE MATERIALES Y COMPONENTES				19.880,35 €			

Así pues, el presupuesto requerido para la adquisición de los materiales y componentes de la instalación asciende a **DIECINUEVE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS**.

La Tabla 1.2 muestra el gasto asociado a la mano de obra, teniendo en cuenta las horas requeridas para la instalación de los equipos que se han expuesto en la tabla anterior.

Tabla 1.2. Coste de la mano de obra requerida para la instalación.

MANO DE OBRA	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
Oficial de primera fontanería	20,00 €/h	23 (h)	437,00 €
Oficial de segunda fontanería	18,00 €/h	24 (h)	391,00 €
Oficial de primera electricista	25,00 €/h	10 (h)	250,00 €
Oficial de segunda electricista	20,00 €/h	11 (h)	200,00 €
Oficial de primera albañilería	18,00 €/h	45,25 (h)	814,50 €
Oficial de segunda albañilería	15,00 €/h	45,25 (h)	678,75 €
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA			2.771,25 €

Así pues, el presupuesto requerido para la adquisición de los materiales y componentes de la instalación asciende a **DOS MIL SETECIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS**

En la Tabla 1.3. se muestra el coste que conlleva el pago de las licencias, trámites, gastos derivados a la implantación del proyecto, costes del honorario del proyectista y del material y mano de obra, y el IVA aplicado del 21 % sobre la Base Imponible.

Tabla 1.3. Coste total de la instalación.

BASE IMPONIBLE	
CONCEPTO	COSTE
Total Materiales, componentes y mano de obra	22.651,60 €
8 % Gastos generales	1.812,13 €
8 % honorario proyectista	1.812,13 €
6 % Licencias y trámites	1.359,10 €
12 % Beneficio industrial	2.718,19 €
BASE IMPONIBLE	30.353,14 €
IVA 21 %	6.374,16 €
TOTAL PRESUPUESTO	36.727,30 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto del presente proyecto, contando con el diseño, ejecución y puesta en marcha, asciende a un total de **TREINTA Y SEIS MIL SETECIENTOS VEINTISIETE EUROS CON TREINTA CENTIMOS.**

Valencia, 29 de Agosto de 2020.



José Luis Paino Monreal.

Parte IV

IV. PLANOS

Provincia de VALENCIA

Municipio de ALMUSSAFES
Coordenadas U.T.M. Huso: 30 ETRS89

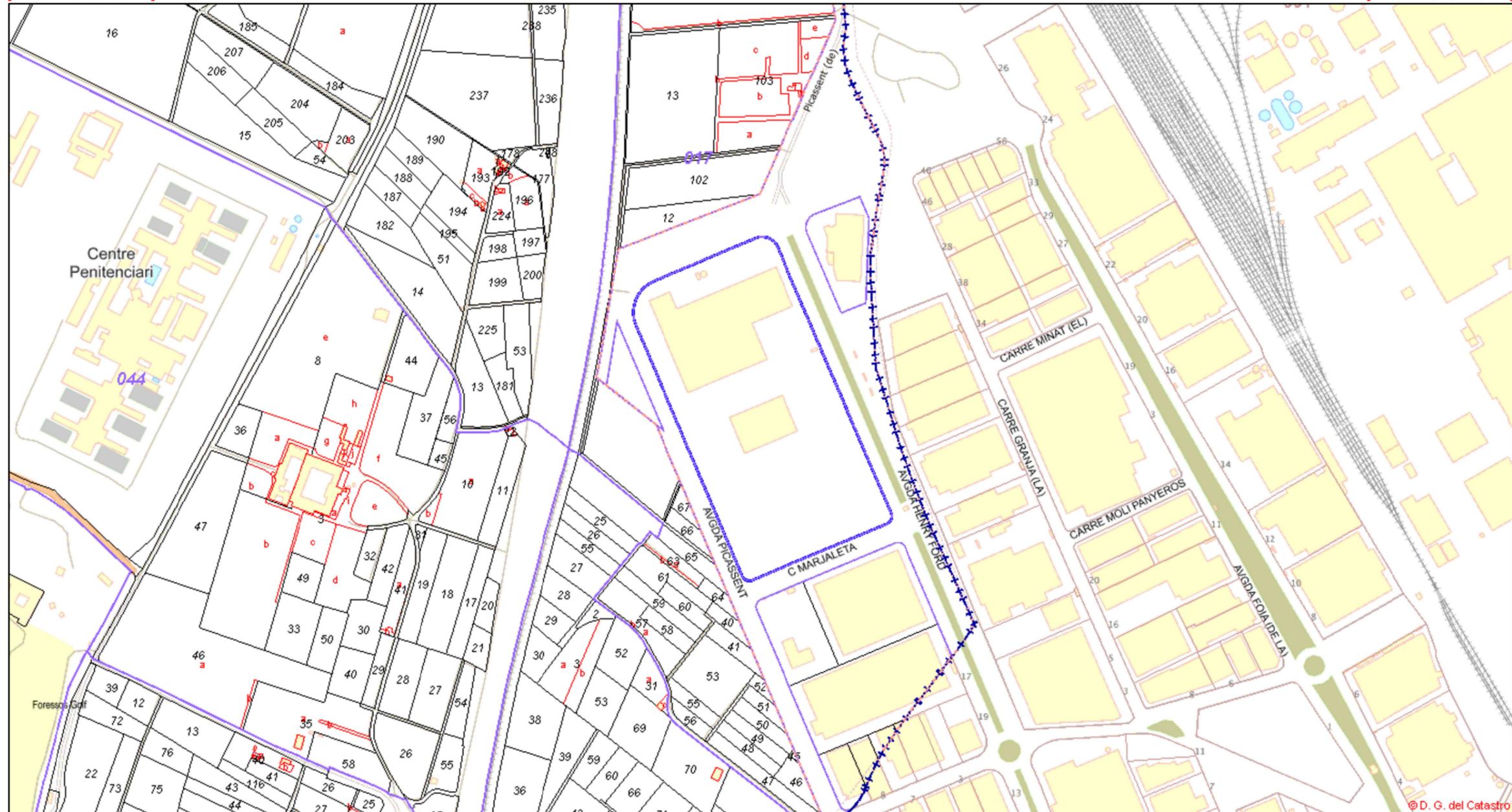
ESCALA 1:8,000



Parcela Catastral: 2148801YJ2524N

[721,069 ; 4,355,113]

[722,989 ; 4,355,113]



[721,069 ; 4,354,073]

[722,989 ; 4,354,073]

TFG: Diseño y cálculo de una instalación de protección contra incendios en una nave industrial destinada a logística

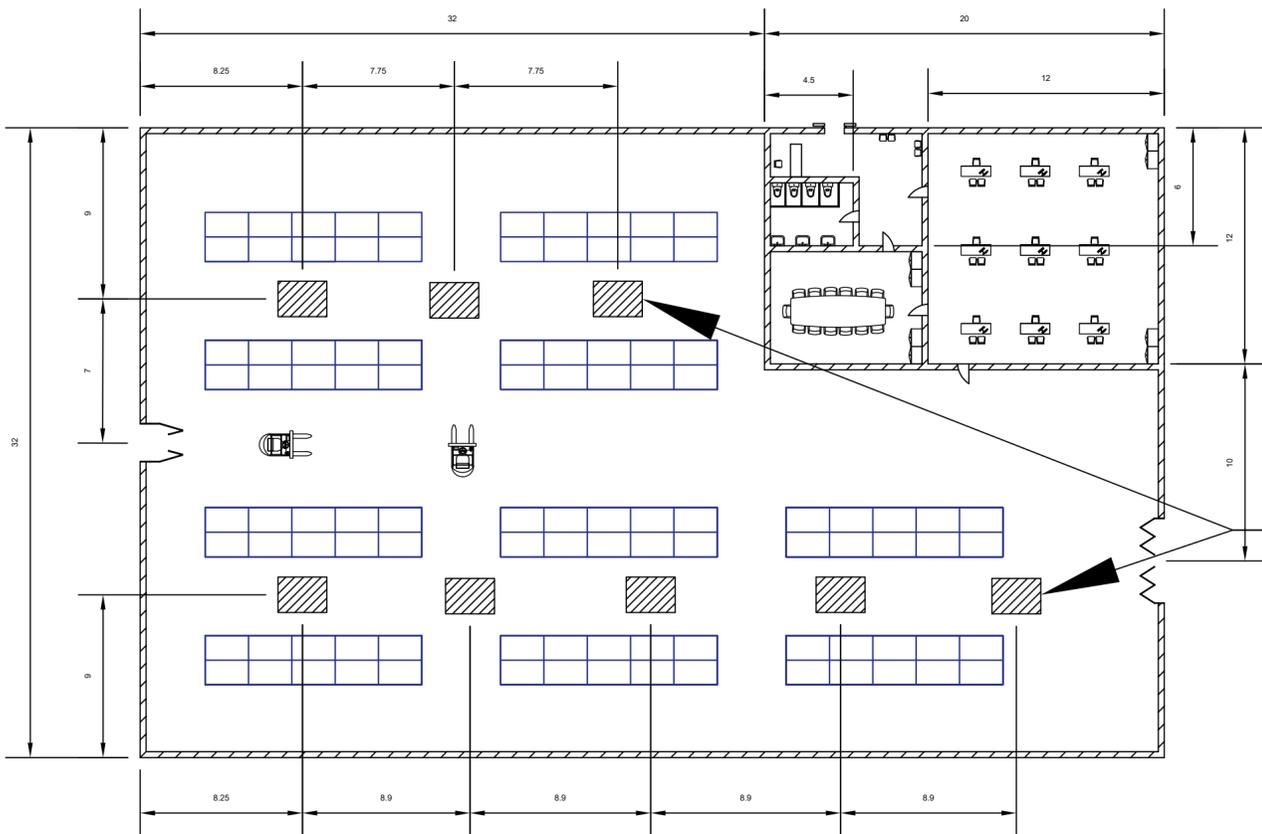
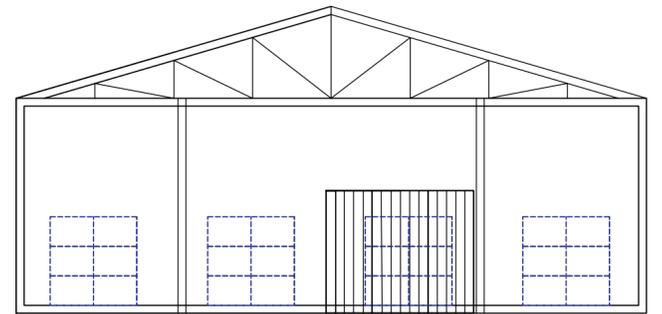
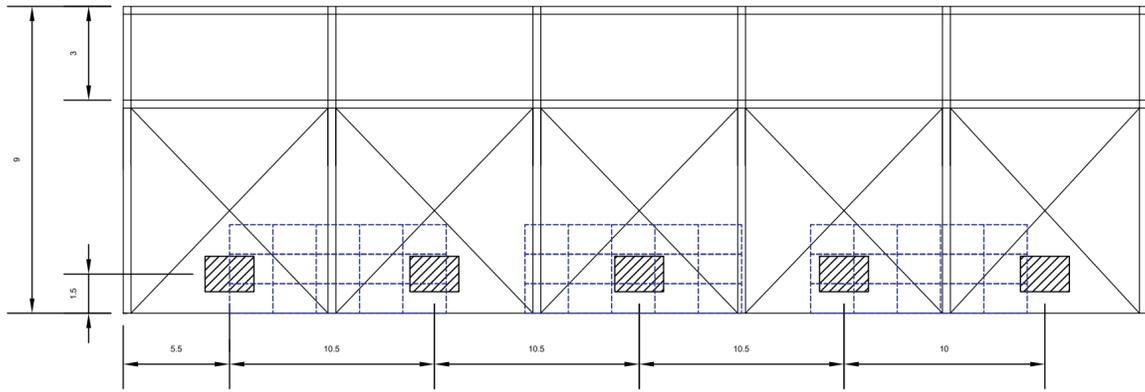
Unidad:	Nombre	Fecha
metro	Dibujado José Luis Paino Monreal	18/08/2020
	Revisado	

Escala:	Título
1/8000	PLANO DE SITUACIÓN

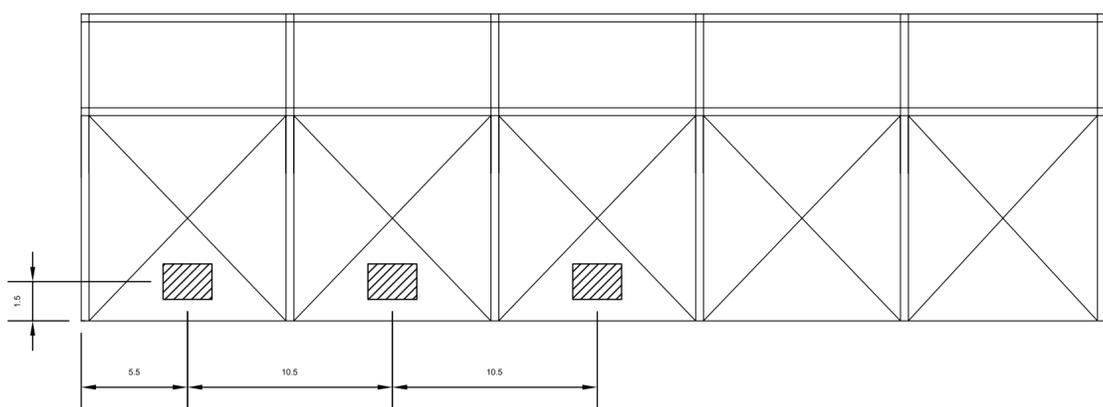


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Nº de plano
1



exutorio

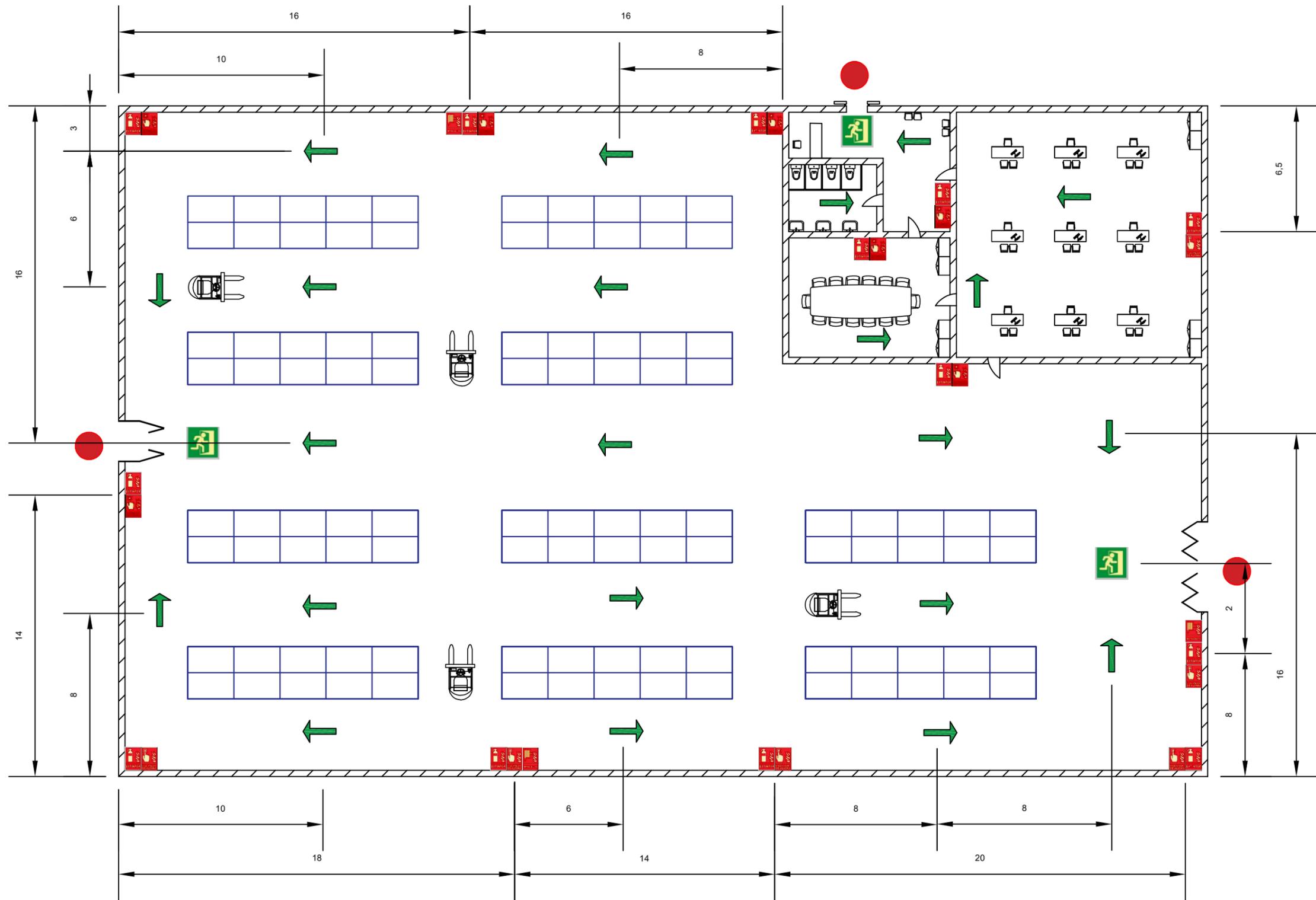


TFG: Diseño y cálculo de una instalación de protección contra incendios en una nave industrial destinada a logística

Unidad:	Nombre	Fecha
metro	José Luis Pains Monreal	18/08/2020
Escala:	Título	
1/250	PLANO GENERAL DE CONJUNTO	



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



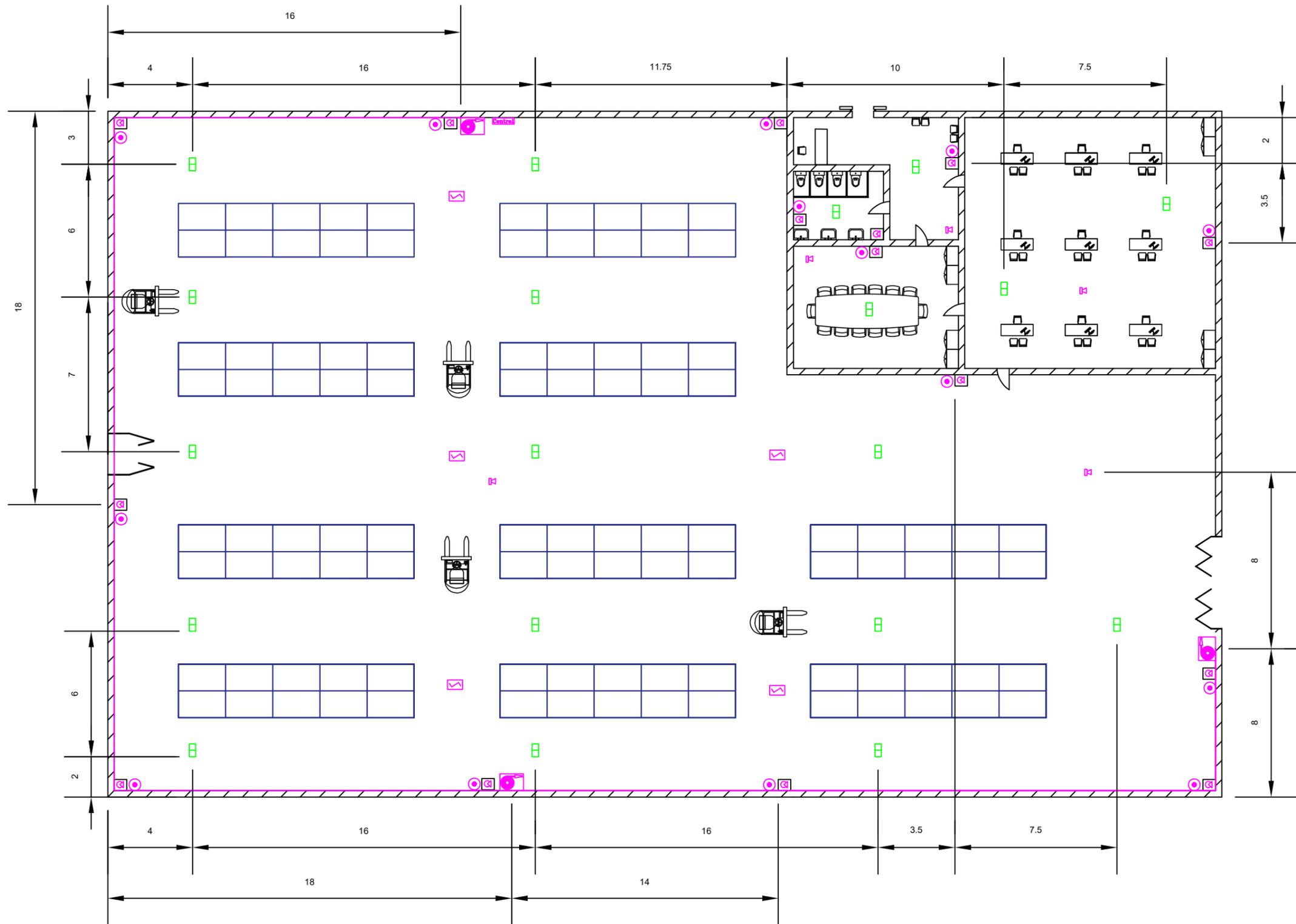
LEYENDA EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

-  Punto de reunión
-  Señal de extintor
-  Señal de Boca de incendios
-  Señal pulsador de alarma
-  Señal de salida
-  Ruta de evacuación

TFG: Diseño y cálculo de una instalación de protección contra incendios en una nave industrial destinada a logística			
Unidad:		Nombre	Fecha
metro	Dibujado	José Luis Paino Monreal	18/08/2020
	Revisado		
Escala:	Título		
1/200	VÍAS DE EVACUACIÓN Y SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIOS		



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



LEYENDA EVACUACIÓN INCENDIOS

-  Detector térmico
-  Sirena de alarma acústica
-  Central de incendios.
-  Extintor ABC de 6 Kg 27A-183B.
-  Boca de incendios equipada DN 45 mm con manguera plana de 20 + 5 m de longitud.
-  Red de abastecimiento de BIEs.
-  Luminaria de emergencia
-  Pulsador manual de alarma
-  Exutorio

TFG: Diseño y cálculo de una instalación de protección contra incendios en una nave industrial destinada a logística			
Unidad: metro	Dibujado	Nombre José Luis Paino Monreal	Fecha 18/08/2020
	Revisado		
Escala: 1/200	Título INSTALACIÓN PCI DEL ESTABLECIMIENTO		Nº de plano 4



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA