



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Hoja de Identificación

Título del proyecto:

Diseño de instalaciones industriales para nave de almacenamiento de distribuidora editorial.

Emplazamiento geográfico:

Dirección: Paseo Valle Güímar

Municipio: Güímar

Provincia: Santa Cruz de Tenerife. 28°20'17.9"N 16°22'12.6"W

Persona física o jurídica encargada del proyecto:

Nombre: Universidad de La Laguna, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.

Dirección: Avenida Astrofísico Fco. Sánchez s/n.

CP: 38205

Teléfono: 922 84 50 31

Datos del autor del proyecto:

Nombre: Cristian Stati

NIE: X7141171-Q

Estudios: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Dirección:

CP: 38611

Teléfono: 687373482

Correo electrónico: alu0100897982@ull.edu.es

Responsable de la tutoría del proyecto:

Nombre: Ricardo Mesa Cruz

Nombre: Ignacio Teresa Fernández

Dirección: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n. Apartado 456. La Laguna. S/C de Tenerife

CP: 38200

ÍNDICE GENERAL

- 0. Abstract**
- 1. Memoria**
- 2. Anexos**
- 3. Planos**
- 4. Pliego de Condiciones**
- 5. Presupuesto**
- 6. Conclusiones**



ABSTRACT

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Abstract

The warehouse plays a fundamental role in the proper functioning of the supply chain in the industrial sector or any business area that works with merchandise. Located between the production process and the distribution process, it allows optimizing costs and improving the service offered to the customer and thereby benefits the company. Therefore, one must be able to preserve the merchandise in the most optimal state possible.

But first, it must have the appearance of it and be able to function according to its use. Hence, in this project, minimum facilities have been designed to achieve that purpose.

The owner of this warehouse is a distribution company, specifically a publishing company, dedicated to the distribution of books. So the only activity that will be carried out in the warehouse will be as storage, although it has also been planned that a smaller office area will be built for the workers of that company, so these conditions have been taken into account when designing the basic facilities.

In this project, the low voltage electrical installation has been designed and calculated so it can provide enough energy supply to the establishment, a fire protection system and emergency lighting as a basic security system in the building, lighting system so that the workers can perform their function properly and mechanical ventilation to provide a clean environment for those employees.

As an extra complement, the installation of electricity has taken into account the possibility of recharging the basic transport of a warehouse such as electric forklifts through recharging points for this type of vehicle, so the necessary wiring for it has been calculated too.

All the design and the proposed solution have been carried out following the current regulations for each type of installation required, mainly using the low voltage regulations as it is the main part of the installation in the industrial building.



MEMORIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice - Memoria

1. Introducción	4
1.1 Objeto del Proyecto	4
1.2 Alcance del proyecto	4
1.3 Peticionario	4
1.4 Ubicación	4
1.5 Descripción del edificio	5
1.5.1 Descripción de la actividad	5
1.6 Reglamentación	5
1.6.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	5
1.6.2 Programas de cálculo	7
1.6.3 Bibliografía	7
2. Instalación Eléctrica de Baja Tensión	8
2.1 Programa de necesidades. Potencia total de la nave	8
2.2 Descripción de la instalación	8
2.2.1 Suministro de Energía	8
2.2.2 Justificación canalizaciones	8
2.2.3 Acometida	9
2.2.4 Caja general de protección	10
2.2.5 Línea General de Alimentación	11
2.2.6 Equipos de medida	12
2.2.7 Derivación individual	12
2.2.8 Dispositivo de control de potencia	13
2.2.9 Dispositivos generales de mando y protección	13
2.2.10 Instalaciones interiores	18
2.2.11 Puestas a Tierra	23
2.2.12 Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos	25
2.2.13 Grupo Electrónico	28
3. Iluminación	30
3.1 Objeto	30
3.2 Generalidades	30
3.2.1 Luminarias según la emisión del flujo luminoso	30
3.2.2 Temperatura del color	31

3.2.3 Tecnología de las luminarias elegidas	31
3.2.4 Método de diseño	31
3.3 Nivel de iluminación de los recintos	31
3.5 Lista de luminarias empleadas	33
3.6 Alumbrado de emergencia	34
3.6.1 Generalidades	34
3.6.2 Método de diseño	34
3.6.3 Lista de luminarias de emergencia empleadas	35
4. Instalación de la protección contra incendios	37
4.1 Objeto.....	37
4.2 Configuración del establecimiento industrial	37
4.3. Nivel de riesgo intrínseco.....	37
4.3.1 Sectorización del establecimiento industrial	37
4.4 Central de detección y alarma de incendios	37
4.4.1 Sistemas automáticos de detección de incendios	38
4.4.2 Sistemas manuales de alarma de incendios.....	39
4.4.3 Sistemas de comunicación de alarma	39
4.5 Extintores de incendio.....	40
4.6 Sistemas de abastecimiento del agua	40
4.6.1 Depósitos.....	40
4.6.2 Equipos de bombeo.....	41
4.6.3 Sistema de tuberías.....	41
4.7 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)	42
4.8 Sistemas de alumbrado de emergencia	43
4.9 Señalización	43
5. Ventilación mecánica	46
5.1 Introducción	46
5.2 Normativa empleada.....	46
5.3 Método de diseño	46
5.4 Diseño adoptado	47
5.4.1 Caudal a renovar por recinto	47
5.4.2 Tipo de ventilación elegida.....	47
5.4.3 Descripción detallada.....	48
5.4.4 Equipos elegidos.....	50
Índice de tablas.	51
Índice de figuras.....	52

1. Introducción

1.1 Objeto del Proyecto

El objetivo de este proyecto es el de realizar las instalaciones básicas de una nave industrial de almacenamiento de modo que pueda ser operativa.

1.2 Alcance del proyecto

Las distintas instalaciones y equipamiento requerido para un adecuado funcionamiento del almacén de la distribuidora editorial se instalarán en una nave de nueva construcción a que la empresa adquirirá. El presente proyecto ocupa las siguientes instalaciones: dotación de la acometida, la instalación de enlace, la instalación de interior, la instalación de puesta a tierra, el alumbrado convencional y de emergencia, elementos y sistemas de protección contra incendios y sistema de ventilación, en función de la normativa correspondiente.

1.3 Peticionario

- Razón social: Escuela de Ingeniería y Tecnología, ULL
- Domicilio social: Camino San Francisco de Paula, s/n. Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Apartado 456. Código postal 38200. San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife
- Teléfono: (+34) 922 84 50 31
- Correo electrónico: esit@ull.es
- Representatividad/tutor: Ricardo Mesa Cruz

1.4 Ubicación

La nave industrial está ubicada en el polígono industrial del municipio Arafo, en la provincia de Santa Cruz de Tenerife de la comunidad autónoma de Canarias. Concretamente en la calle Paseo Valle Güímar M IV, 602, CP: 38 509.

Se trata de una zona industrial mayormente, con muchas otras naves de almacenamiento y talleres de otras empresas.

En el Plano 01 del documento Planos, se podrá visualizar su ubicación en un mapa algo más detallado.

1.5 Descripción del edificio

La infraestructura del edificio tiene el diseño de una nave industrial común (recinto rectangular grande con un gran espacio por dentro) con 675 m² de superficie construida en una parcela de 900 m².

En la totalidad de la nave principalmente podemos distinguir y dividir el recinto en dos zonas:

- Zona administrativa: zona para el trabajo común de oficinas de las empresas la cual dispone de unas instalaciones mínimas para funcionar correctamente: un vestuario, aseos para ambos sexos, una oficina para el trabajo administrativo, un despacho, una sala de archivos y la sala de recepción. Ocupa una superficie de 143,4 m².
- Zona almacén: establecida para la actividad principal desarrollada en la nave, el almacenamiento de libros. Ocupa la mayor parte de la superficie total de la nave y está dotada de estanterías de hasta 5 metros de altura, distribuidas por toda la zona y divididas en varias secciones según las necesidades de almacenamiento. Entre las distintas estanterías hay suficiente espacio para el paso de trabajadores con transpaletas y carretillas de trabajo de modo que se pueda transportar cómodamente la mercancía. Tiene una superficie de 507,89 m².

En el Plano 02 se podrá ver la distribución del local.

1.5.1 Descripción de la actividad

La presente nave industrial se destinará al uso exclusivo de almacenamiento para una empresa distribuidora editorial de libros. La zona administrativa será el lugar de trabajo donde se realizarán las actividades comunes de oficina relacionadas con este ámbito. En el almacén, el personal se encargará de transportar y/o almacenar la mercancía.

1.6 Reglamentación

1.6.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión:
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE 18.09.02).

- Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITC).
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- DECRETO 161/2006, de 8 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de instalaciones eléctricas
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos".
- Resolución de 9 de enero de 2020, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se actualiza el listado de normas de la instrucción técnica complementaria ITC-BT-02 del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Resolución de 5 de diciembre de 2018, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Endesa Distribución Eléctrica, SLU.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Especificación Particular NRZ103_EP. Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Consumidores en Baja Tensión. Julio, 2017 y su guía de aplicación.
- NRZ002, Especificaciones Particulares para Instalaciones de Distribución en Baja Tensión.
- Normas UNE/EN de aplicación específica.
- Instalaciones de Alumbrado:
 - UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación para interiores.
 - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. CTE DB-SU 4, Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada.
 - CTE. Documento Básico SUA, Seguridad de utilización y accesibilidad.

- RD 486/1997, disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- Instalaciones de Protección Contra Incendios:
 - De aplicación a las construcciones en general:
 - Código Técnico de la Edificación, Documento – Básico Seguridad en Caso de Incendio
 - De aplicación a los establecimientos y zonas de uso industriales:
 - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
 - Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y su guía de aplicación.
 - Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Instalaciones de Ventilación:
 - Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
 - Documento Básico HS Salubridad - HS 3 Calidad del aire interior
 - Normativa DIN 1946
 - Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se aprueban las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Norma española: UNE 157001 -febrero 2002- “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.

1.6.2 Programas de cálculo

Para la correcta ejecución y desarrollo de los cálculos se han usado los siguientes softwares informáticos:

- Dialux 4.13: software para el diseño de instalaciones de iluminación.
- Daisalux: software para el diseño de instalaciones de alumbrado de emergencia.

1.6.3 Bibliografía

- Generadora de precios a través de la herramienta web de CYPE Ingenieros S.A.

<http://generadorprecios.cype.es/>

2. Instalación Eléctrica de Baja Tensión

2.1 Programa de necesidades. Potencia total de la nave

La previsión de carga se ha realizado de dos formas. En primer lugar, se calculó según lo establecido en la ITC-BT-10 del REBT. A esta potencia se le denomina potencia prevista.

La segunda forma de calcular la potencia se realizó sumando las potencias de todos los receptores de la instalación (alumbrado, tomas de corriente, etc.), siendo la potencia total definida como potencia instalada.

- Potencia prevista = 81.411 W
- Potencia instalada = 38.991 W

La potencia instalada es menor a la potencia prevista. Se contrataría la segunda a la compañía de distribución al considerar la opción más desfavorable y también en caso de querer ampliar las instalaciones eléctricas en un futuro.

La potencia prevista se usó para dimensionar el cableado que debe llevar la energía al recinto mientras que la instalada para el dimensionamiento del cableado interior.

2.2 Descripción de la instalación

2.2.1 Suministro de Energía

La energía la suministrará la empresa con la que se contrate, en este caso Endesa Distribución Eléctrica, S.L, siguiendo el Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorizaciones de instalaciones eléctricas.

El suministro de energía será trifásico, 230/400 V, con una frecuencia de 50 Hz.

Siguiendo las normas particulares para las instalaciones de Endesa, no procede la instalación del centro de transformación al no superar los 100 kW. La nave será alimentada por una acometida conectada a la red de distribución.

En cuanto al sistema de conexión del neutro, se empleará el esquema TT al ser el más común en las instalaciones de BT.

2.2.2 Justificación canalizaciones

Las canalizaciones elegidas fueron en función de los tipos de cables y su sistema de instalación según la norma UNE-HD 60364-5-52:2014 en conjunto con la ITC-BT-20 a través de las tablas 1 y 2 de dicha instrucción. Todas las canalizaciones utilizadas son de tubos circulares.

Las canalizaciones de tipo tubo en montaje superficial serán rígidos según las normas UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-21 y tendrán las características mínimas definidas en la tabla 1 de la ITC-BT-21.

Las canalizaciones de tipo tubo empotrado en pared serán curvables según las normas UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Sus características mínimas serán las estipuladas en la tabla 3 de la ITC-BT-21.

Las canalizaciones de tipo tubo enterrado serán rígidos y seguirán lo dispuesto en las normas UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 61386-24. Tendrán las características mínimas definidas en la tabla 8 de la ITC-BT-21.

Para los tubos en montaje superficial instalados en la intemperie se aplicará, además de lo anterior, lo dispuesto en la ITC-BT-30, instalaciones en locales mojados.

Para locales húmedos, los tubos en montaje superficial seguirán lo dispuesto en la ITC-BT-30, instalaciones en locales húmedos.

2.2.3 Acometida

Deberá cumplir lo establecido en las Especificaciones Particulares para instalaciones de baja tensión de Endesa, NRZ002 y en la ITC-BT-07 de redes subterráneas para distribución en baja tensión.

El tipo de acometida a emplear será subterránea, enterrada a 1 metro en la acera en canalización de 160 mm de diámetro entubada y hormigonada, y conectada desde una caja de seccionamiento, instalada en el interior de una hornacina a unos diez metros de la caja general de protección de la nave.

Se ha dimensionado para una potencia de 81.411 W según la ITC-BT-10 y en suministro trifásico. Los cables serán unipolares con una tensión asignada de 0,6/1 kV de tipo AL XZ1 (S), libre de halógenos y con cubierta.

Los conductores serán de aluminio, con $3 \times 150 \text{ mm}^2 + 1 \times 95 \text{ mm}^2$ de sección para las fases y neutro con aislamiento XLPE.



Figura 1 Conductor AL XZ1. Fuente: PrysmianGroup

Se conectará a tierra el neutro a través de un cable de cobre de 50 mm² hasta a una pica de acero-cobre de 2 metros de longitud en la caja de seccionamiento o armario de distribución correspondiente.

La acometida será responsabilidad de la empresa suministradora, Endesa, que asumirá la inspección y la verificación final.

2.2.4 Caja general de protección

Cumplirá lo establecido en las normas particulares de Endesa para instalaciones privadas de baja tensión, NRZ103 y la ITC-BT-13.

Es necesaria su instalación al tratarse de suministro trifásico a un único usuario con intensidad y potencia superior a 63 A y 43,678 W.

Se instalará en la fachada exterior de la nave, en la pared derecha de la puerta principal de entrada al recinto en monolito de obra. Tendrá el hueco suficiente para conectar el tubo de 160 mm que llevará la acometida según la Norma UNE-EN 61386-24. Este monolito se cerrará con puerta metálica, con bisagras resistentes a la corrosión, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102 y se revestirá de forma que se mimetice con el entorno.

La caja de protección se colocará de forma horizontal, configuración CGP-7, a una altura de 0,5 metros sobre el nivel del suelo.

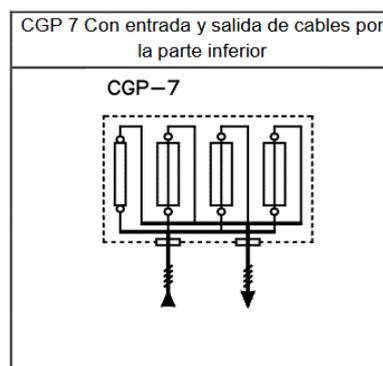


Figura 2. Esquema de colocación de la CGP, CGP-7.

Se utilizará una caja de protección con bases unipolares cerradas (en las que irán los fusibles de 160 A para proteger la LGA), esquema 7-160 A.

Tendrá grado de inflamabilidad según lo indicado en la UNE-EN 61439-1, grado de protección IP43 según UNE-EN 60529 e IK08 según UNE-EN 50.102 al ser la acometida subterránea.

La CPG elegida a instalar de la presente nave es la siguiente:

Envolvente	Código	nº fases	Base	Entrada	Salida	Dimensiones (mm)
CGPC-7-160BUC/E	AC12215	3F+N	BUC-00	Inferior	Inferior	Ancho x Alto x Profundo 298 x 414 x 170

Figura 3. Características CGP.

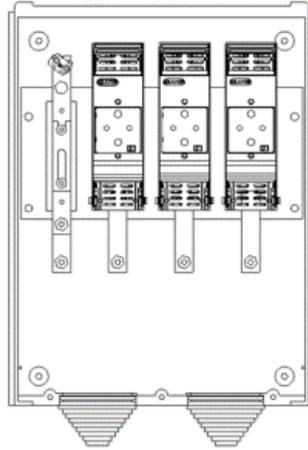


Figura 4. Envoltente CGPC-7-160BUC/E. Fuente: Claved

Su ubicación se podrá observar en el Plano 04 del documento Planos.

2.2.5 Línea General de Alimentación

Cumplirá lo indicado en las normas particulares de Endesa, NRZ103, la ITC-BT-14 y la ITC-BT-21.

Se instalará en tubo curvable de 140 mm de diámetro en montaje superficial, con recubrimiento de PVC y sus características técnicas se corresponderán con la norma UNE-EN 61386-22 para tubos curvables, con un grado de resistencia a la compresión fuerte código 4 y resistencia al impacto media código 3. Cumplirá además con la característica de no propagador de la llama según EN 61386-1.

Los cables tendrán una tensión de aislamiento de 0,6/1 kV de tipo RZ1-K (AS), con conductores unipolares de cobre y aislamiento XLPE. Serán de sección 3x70 mm² + 1x70 mm² fase y neutro.



Figura 5. Cable RZ1-K (AS) Fuente: CablesRCT

Se diseñaron para una potencia prevista de 81.411 W según ITC-BT-10. Irá dispuesta por la pared de la zona administrativa de la nave en la fachada hasta el contador. Su longitud es de unos 4,5 metros.

2.2.6 Equipos de medida

Cumplirán lo establecido en las normas particulares de Endesa, NRZ103, y la ITC-BT-16.

Se colocará en forma individual, al tratarse del suministro a un único usuario, en un armario en el interior de un nicho de obra civil. El nicho se cerrará con una puerta metálica con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de modo que se adapte al entorno y estará protegida contra la corrosión. Estará más a la derecha de la puerta principal y CGP, cerca de la esquina de la nave a una altura de 1,5 metros (dispositivos de lectura).

Estos equipos serán de medida semi-indirecta dado que el suministro es superior a 63 A. Estarán constituidos por: 3 transformadores de intensidad, 1 contador combinado estático multifunción, 1 regleta de verificación, 1 conjunto de conductores de unión entre los secundarios de los transformadores de intensidad y el contador, envolventes para equipos de medida individual semi-indirecta y 1 base Schuko, un interruptor magnetotérmico y un relé diferencial.

Los conjuntos de aparamenta deberán cumplir con la UNE-EN 61439-1 y sus envolventes con la UNE-EN 62208.

La caja y la tapa del armario serán de material aislante de clase térmica A según UNE-EN 60085 y un comportamiento al fuego de acuerdo con una clasificación de 650 °C a la UNE EN 60695-2-11. El grado de protección del conjunto será de IP43 e IK09 al instalarse en el exterior.

Las dimensiones del armario mínimas serán: 1000 x 750 x 300 mm.

Los conductores serán de cobre tipo H07 unipolares y semiflexibles con una sección de los circuitos de intensidad de 6 mm², los circuitos de tensión de 4 mm² y la de los circuitos auxiliares de 2,5 mm².

Atendiendo a la ITC-BT-52, no se instalará un contador secundario para los puntos de recarga de EV dado que no sería necesario. Se medirá su energía en conjunto con el resto de la instalación como un receptor más.

La nave contará con un solo contador al tratarse de la distribución de energía a un solo usuario, por lo tanto, no requerirá la instalación de un Interruptor General de Maniobra.

2.2.7 Derivación individual

Cumplirá lo dispuesto en la ITC-BT-15 del REBT y las normas particulares de Endesa, NRZ103.

Se instalará en tubos rígidos de PVC de 63 mm de diámetro (permitiendo la ampliación en un 100% de la instalación) y en montaje superficial y sus características técnicas se corresponderán con las normas UNE-EN 61386-21.

Tendrán grado de resistencia a la compresión fuerte código 4 y resistencia al impacto media código 3. Deberán cumplir con la característica de no propagador de la llama según EN 61386-1.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Serán de tipo RZ1-K (AS), con aislamiento XLPE. Tendrán una sección de 3x70 mm² + 1x70 mm² fase y neutro. Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Incluirá hilo de mando para la posibilidad de aplicar diferentes tarifas y será de color rojo con sección 1,5 mm² como mínimo.

La derivación irá dispuesta por la fachada de la nave desde la LGA hasta el cuadro principal de distribución en el almacén. La longitud es de unos 14 metros.

2.2.8 Dispositivo de control de potencia

Atendiendo a las normas particulares para instalaciones de baja tensión de Endesa, NRZ103, el ICP solo se utiliza en baja tensión cuando la potencia de suministro es de hasta 15 kW, caso que no se cumple en el presente proyecto ya que superamos esta cifra y por lo tanto no procede su instalación y uso.

El interruptor general automático, IGA, instalado en el cuadro principal al principio de la instalación será el que realice esta función en la nave.

2.2.9 Dispositivos generales de mando y protección

Se instalarán cuatro cuadros eléctricos, repartidos por el interior de la nave. Uno principal (CPD) que estará en el almacén, cerca de la zona administrativa. Al otro lado del almacén se instalará un cuadro secundario (CS1), cerca de la sala del grupo de incendios, otro estará en el vestuario (CS2) y el último en la oficina (CS3). Cada uno alimentará varios receptores según la zona en la que estén y el principal alimentará también algunos receptores del almacén aparte de los propios cuadros secundarios.

Se pondrán a una altura de 1,4 m del suelo. Dentro, los dispositivos generales e individuales de mando y protección se colocarán de manera vertical.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-EN 60670-1 y UNE-EN 61439-1, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK 07 según UNE-EN 50.102.

En la tapa del cuadro se colocará un adhesivo identificativo de la empresa instaladora y el esquema de conexiones tal como se especifica en la normativa:

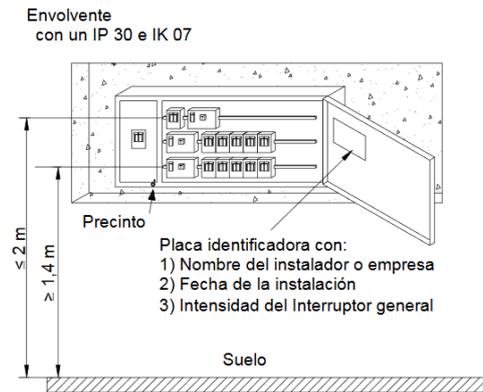


Figura 6. Pegatina identificativa en un cuadro de distribución

En apartados siguientes se describirán los distintos métodos de protección contra varios de los fenómenos eléctricos que se pueden producir en nuestra instalación y ante los cuales hay que protegerse.

El cuadro principal tendrá instalado un interruptor general automático, IGA, de corte omnipolar, con accionamiento manual y dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. En este caso se utilizará uno de 4 polos, 160 A de In, con PC de 25 kA y curva C. Además, actuará como un interruptor de control de potencia al ser el suministro mayor a 15 kW según las normas particulares de Endesa.

Se ha prescindido del interruptor diferencial general recomendado en la ITC-BT-17 dado que se han instalado varios diferenciales para proteger todas las líneas.

En el apartado 2.2.9.4 de esta memoria se podrá ver la distribución de los dispositivos de protección o en los esquemas unifilares en el documento Planos.

2.2.9.1 Medidas de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos

Se emplearán dos tipos de dispositivos para ello para la protección de ambos fenómenos.

Fusibles

Se regirán por la norma UNE HD 60364-4-43, UNE-HD 60269-3 y la ITC-BT-22 del reglamento de baja tensión.

El fusible elegido tiene una intensidad nominal de 160 A con un poder de corte de 100 kA. Será del tipo gG de uso general para la protección ante sobrecargas y cortocircuitos.

Se instalará uno por cada fase de la línea general de alimentación en bases portafusibles NH BUC en la caja general de protección.

Los cálculos detallados se podrán ver en el documento Anexo I.

Interruptores magnetotérmicos

Se regirán por la norma UNE HD 60364-4-43, la UNE-EN 60898, la ITC-BT-17 y 22.

Cada línea receptora de la presente instalación tiene un magnetotérmico asociado, incluyendo las líneas que conectan el cuadro principal con los secundarios.

Se instalarán con curva de disparo D en los circuitos de motores y curva C en los demás.

Se usarán magnetotérmicos de tipo 4P para las líneas trifásicas y de 2P para monofásicas.

En el apartado 2.2.9.4 de esta memoria se describirán los automáticos usados en cada cuadro eléctrico y líneas de la instalación. Los cálculos pertinentes que han permitido su elección se podrán consultar en el documento Anexo I.

2.2.9.2 Medidas de protección contra sobretensiones

No se instalará contra sobretensiones permanentes al no ser obligatorio y dado que la comunidad autónoma de la presente nave está en el nivel de riesgo más bajo con respecto a los días de tormenta al año. Ver Anexo I.

La protección que se realizará en la nave será contra sobretensiones transitorias. La elección de los dispositivos se realizará según lo establecido en la UNE-HD 60364-5-53.

Estos dispositivos se instalarán en paralelo a las líneas a proteger, antes de los interruptores automáticos diferenciales.

Cuadro principal de distribución:

- Dispositivo de tipo 1+2 según recomendación de las normas particulares de Endesa, NRZ103, con corriente de impulso de al menos 12,5 kA y forma de onda de 10/350 μ s a modo de protector general de sobretensiones de la instalación. Será trifásico y de 4 polos.
La sección del conductor de protección será de 16 mm² según ITC-BT-23.
- Dispositivo de tipo 2 para proteger la línea del punto de recarga de EV. Será monofásico y de 2 polos.
Su U_p máx deberá ser inferior a 4 kV al ser esta línea de categoría III, In no inferior a 5 kA y forma de onda 8/20 μ s.
La sección del conductor de protección es de 4 mm².
- Dispositivo de tipo 3 para la protección de la línea de la central de alarma y detección de incendios.
Su U_p máx será 1,5 kV dada la categoría I del equipo.

La sección del conductor de protección será de 2,5 mm².

Cuadro secundario 1 (almacén):

- Dispositivo de tipo 2 para proteger la otra línea del punto de recarga de EV. Será monofásico y de 2 polos.
Su U_p máx deberá ser inferior a 4 kV al ser esta línea de categoría III, I_n no inferior a 5 kA y forma de onda 8/20 μ s.
La sección del conductor de protección es de 4 mm².
- Dispositivo de tipo 2 para proteger la línea del grupo de incendios. Será trifásico y de 4 polos.
Su U_p máx deberá ser inferior a 4 kV al ser esta línea de categoría III, I_n no inferior a 5 kA y forma de onda 8/20 μ s.
La sección del conductor de protección es de 6 mm².

Cuadro secundario 3 (oficina)

- Se instalará un tipo 3 para proteger la línea de las tomas de fuerza de la zona. Será monofásico y de 2 polos.
Su U_p máx deberá ser inferior a 4 al ser las tomas de corriente un equipo de categoría III.
La sección del conductor de protección es de 2,5 mm².

2.2.9.3 Medidas de protección contra contactos directos e indirectos

Los distintos materiales eléctricos con partes activas se protegerán según UNE-HD 60364-5-52 a través del aislamiento de las partes activas, por medio de envolventes o barreras (con grado de protección IP XXB).

Como medida complementaria a las anteriores, se utilizará la protección por dispositivos de corriente diferencial-residual, DDR, o también llamados interruptores diferenciales.

Se instalarán conductores de protección que unirán las masas de los receptores a tierra como medida de protección para los contactos indirectos.

Interruptor diferencial (DDR)

Todas las líneas de la instalación estarán protegidas mediante estos dispositivos. Algunos protegerán hasta 5 líneas tal y como se permite en el REBT.

Para su elección, se tuvo en cuenta principalmente el calibre, el cual indica la intensidad nominal que puede circular normalmente por el dispositivo sin que este se dañe, en función de los circuitos aguas abajo que tendrá conectados.

Estos dispositivos también son parte de la instalación que protegen los magnetotérmicos ya que no tienen capacidad de protección ante sobrecargas y cortocircuitos por sí mismos.

Se usarán los de tipo AC para todas las líneas excepto los puntos de recarga de EV que se protegerán mediante los de tipo A conforme a la ITC-BT-52.

Los de tipo AC seguirán lo dispuesto en las normas UNE-EN 61008, UNE-EN 61009; y UNE-EN 60947.

Los de tipo A tendrá que cumplir con lo establecido en UNE-EN 61008, UNE-EN 61009 y UNE-EN 60947.

En el apartado siguiente se describirán los DDR empleados y las líneas que protegen, así como otras características. También se podrá ver en el Anexo I.

2.2.9.4 Cuadros eléctricos de distribución

En la tabla siguiente se mostrarán los distintos cuadros eléctricos y los circuitos que llevan colgados, la protección empleada según y qué circuito y las características de dichas protecciones. La configuración de los polos será común para ambos.

Línea	In magnetotérmico	PC	Curva	In diferencial	Sens.	Clase	Nº
	A	kA		A	mA		Polos
Cuadro principal de distribución (CPD)							
C1	63	6	C	80	300	AC	4P
C2	32	6	C	40	300	AC	4P
C3	32	6	C	40	300	AC	4P
MOT	10	6	D	16	30	AC	4P
F1	16	6	C	25	30	A	2P
CDI	6	6	C	16	30	AC	2P
A1	10	6	C				
AE1	6	6	C				
Cuadro Secundario Almacén (CS1)							
A2	10	6	C	16	30	AC	2P
AE2	6	6	C				
AGI	6	6	C				
AEGI	6	6	C				
VM1	16	6	D	25	30	AC	2P
GI	32	6	D	40	30	AC	4P
F2	16	6	C	25	30	A	2P
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)							

A3	6	6	C	10	30	AC	2P
AE3	6	6	C				
VM2	6	6	D				
SM1	16	6	D	32	30	AC	2P
SM2	16	6	D				
SM3	16	6	D				
Cuadro Secundario Oficina (CS3)							
A4	6	6	C	32	30	AC	2P
A5	6	6	C				
AE4	6	6	C				
VM3	6	6	D				
F3	20	6	C				

Tabla 1. Distribución y características de los interruptores automáticos.

2.2.10 Instalaciones interiores

Las instalaciones interiores seguirán los dispuesto en las instrucciones técnicas 19, 25, 26, además de otras normativas asociadas.

2.2.10.1 Canalizaciones

Las canalizaciones a emplear en los circuitos interiores serán los tubos protectores circulares en dos tipos de montaje:

- **Bajo tubo de montaje superficial (B1/B2):** se usarán para todas las líneas colgadas al cuadro principal y al cuadro secundario del almacén. Del cuadro del vestuario serán las líneas del alumbrado. También las de alumbrado y ventilación del cuadro de la oficina. Serán tubos rígidos de policarbonato, exento de halógenos.
- **Bajo tubo empotrados en pared (A1):** se usarán para las líneas de los secamanos, las líneas a las tomas de fuerza de uso general en la zona administrativa y la línea que alimenta los dispositivos de ventilación en el cuadro del vestuario. Serán tubos curvables corrugados, de polietileno, exento de halógenos.

Como particularidad, la canalización del circuito que alimenta el grupo de bombeo será estanca, utilizándose, para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas

o dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1 según ITC-BT-30, apartado 1.

Prescripciones de paso a través de los elementos de construcción.

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la ITC-BT-21.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.

2.2.10.2 Conductores

Prescripciones de carácter general para los conductores

- Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo. Los circuitos y las secciones utilizadas serán, los indicados en la ITC-BT-25 y otras normativas correspondientes según el receptor.
- Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la Instrucción ITC-BT-19.
- Deberán ser libre de halógenos según UNE-EN 60754, no propagadores de la llama según UNE-EN 60332 y de baja emisión de humos según UNE-EN 61034.
- Se identificarán los distintos conductores mediante colores. Azul para el neutro, verde amarillo para el de protección y marrón, negro o gris para las fases.

- Conductores activos

Se utilizarán cables H07ZZ-F (AS) de Cu con tensión de aislamiento de 450/750 V para todo el cableado interior al ir bajo tubo.

Todos tendrán aislamiento de tipo XLPE y la sección de los neutros será igual a las fases.

La sección escogida cumplirá con la caída de tensión máxima, 3% en los circuitos de alumbrado, 5% en los circuitos de fuerza 3% en los circuitos de otros usos según ITC-BT-19.

- Conductores de protección

Cumplirán lo dispuesto en la ITC-BT-18. Tendrán sección igual a la de las fases para secciones de fases menores a 16 mm².

2.2.10.3 Equilibrado de cargas

Los circuitos se repartieron en distintas fases de modo que hubiera un equilibrio de cargas en la instalación. Se han equilibrado las cargas asignando de manera precisa cada circuito a una fase. En la tabla siguiente veremos el resumen de ello (en el Anexo I se puede ver la distribución entera).

	Fase R	Fase S	Fase T
	I [A]	I [A]	I [A]
Total	126,24	126,10	127,04

Tabla 2. Resumen equilibrio de cargas.

El desbalance conseguido es de 0,74%, menos del 5% máximo recomendado.

2.2.10.4 Descripción de los circuitos interiores

Partirán del cuadro principal hacia los distintos cuadros ubicados en varias zonas. Desde los secundarios partirán hacia sus correspondientes cargas, ya sean de alumbrado, de fuerza o de otros usos. El cuadro principal también alimentará a determinados receptores. En su recorrido, se usarán cajas de registro para facilitar su distribución.

En la tabla siguiente se podrá ver de manera más exacta como se han repartido, la sección de los cables y la caída de tensión respecto a la caída de tensión máxima permitida.

Circuitos		Sección	e	e máx.
		mm ²	%	%
Cuadro principal de distribución (CPD)				
C1	Línea hacia CS1	3x16+16	0,690	3

C2	Línea hacia CS2	3x6+6	0,095	3
C3	Línea hacia CS3	3x6+6	0,208	3
MOT	Líneas motores puertas	3x1,5+1,5	0,681	3
F1	Línea punto de recarga 1	1x2,5+2,5	1,057	5
CDI	Línea a central de detección y alarma incendios	1x1,5+1,5	0,060	3
A1	Alum convencional almacén	1x1,5+1,5	1,348	3
AE1	Alum emergencia almacén	1x1,5+1,5	0,104	3
Cuadro Secundario Almacén (CS1)				
A2	Alum convencional almacén	1x1,5+1,5	2,753	3
AGI	Alum grupo incendios	1x1,5+1,5	0,005	3
AE2	Alum emergencia almacén	1x1,5+1,5	0,212	3
AEGI	Alum emergencia grupo incendios	1x1,5+1,5	0,003	3
VM1	Línea extractores del almacén	1x4+4	2,663	3
GI	Línea grupo incendios	3x6+6	0,268	5
F2	Línea punto de recarga 2	1x2,5+2,5	1,018	5
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)				
A3	Alum conv de aseos, pasillos sec, vestuario	1x1,5+1,5	0,093	3
AE3	Alum emergencia aseos, pasillos sec, vestuar.	1x1,5+1,5	0,030	3
VM2	Línea a ventilación mecánica aseos, vestuario	1x1,5+1,5	0,067	3
SM1	Línea a secamanos aseo I	1x2,5+2,5	0,330	3
SM2	Línea a secamanos aseo II	1x2,5+2,5	0,267	3
SM3	Línea a secamanos vestuario	1x2,5+2,5	0,267	3
Cuadro Secundario Oficina (CS3)				
A4	Línea alumbrado recepción, oficina, pasillo prp	1x1,5+1,5	0,410	3
A5	Línea alumbrado reuniones, despacho, archivos	1x1,5+1,5	1,135	3
AE4	Línea alumbrado emergencia de estos locales	1x1,5+1,5	0,039	3
VM3	Línea a ventilación a oficina y demás zonas	1x1,5+1,5	0,223	3
F3	Línea a tomas de fuerza de estas áreas	1x2,5+2,5	2,438	5

Tabla 3. División de los circuitos interiores y características.

2.2.10.5 Tomas de corriente

Se colocaron a lo largo de la nave considerando las necesidades de conexión. Se distribuirán tal como se verá en la siguiente tabla.

Línea	Recinto/s	Número de tomas	Tipo de toma	Cargas
F1	Almacén	1	250V/16A	Punto de recarga EV
F2	Almacén	1	250V/16A	Punto de recarga EV
F3	Despacho	2	250V/16A	Ordenador, cafetera, etc.
	Oficina	6		Ordenadores, impresora, cafeteras, etc.
	Sala Reuniones	2		Proyector, ordenador, etc.
	Sala Recepción	2		Ordenador, etc.
GI	Sala Grupo Incendio	1	400V/32A	Bomba de impulsión

Tabla 4. Distribución de las tomas de fuerza.

Las bases de enchufe de las líneas F1, F2 y GI, serán tomas dedicadas exclusivamente a dichas cargas.

Las tomas de fuerza de las líneas F1, F2 y F3 tendrán protección aislante y grado de protección IPX4 o equivalente.

Las tomas comunes cumplirán lo establecido en la norma UNE 20315. La toma a utilizar en la línea GI cumplirá con los requisitos de la norma UNE 60309 y tendrá grado de protección IPX1 (correspondiente a la caída vertical de gotas de agua) según ITC-BT-30, locales húmedos.

Su ubicación se podrá ver en el plano de fuerza, Plano 05.

2.2.10.6 Interruptores

Los interruptores a instalar seguirán lo dispuesto en la norma UNE-EN IEC 61058-1.

Serán del tipo cerrado y de material aislante. Irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado. Además, será fabricado de un modo que nos asegure 10 000 aperturas y cierres del dispositivo con la carga nominal en tensión de trabajo.

Como existe alumbrado en todos los recintos de la nave, estos elementos estarán también por toda la nave. Se verá su distribución en los planos de alumbrado de este proyecto (Plano 04).

2.2.10.7 Cajas de derivación

Se instalarán empotradas o pegadas a la pared según el circuito que lleven. En tramos rectos no deben estar separados entre sí más de 15 metros y se situarán a la misma distancia del techo para que los tubos lleguen con facilidad de un punto a otro.

Estarán provistas de una tapa articulada que permite un fácil acceso al interior.

Estarán fabricadas en material aislante y no propagador de la llama. Sus dimensiones serán las necesarias para alojar con holgura todos los conductores que deban contener.

Se instalarán a lo largo de la nave tal como se podrá ver en los planos de fuerza y alumbrado de la nave.

2.2.11 Puestas a Tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Un circuito de puesta a tierra presenta el siguiente esquema.

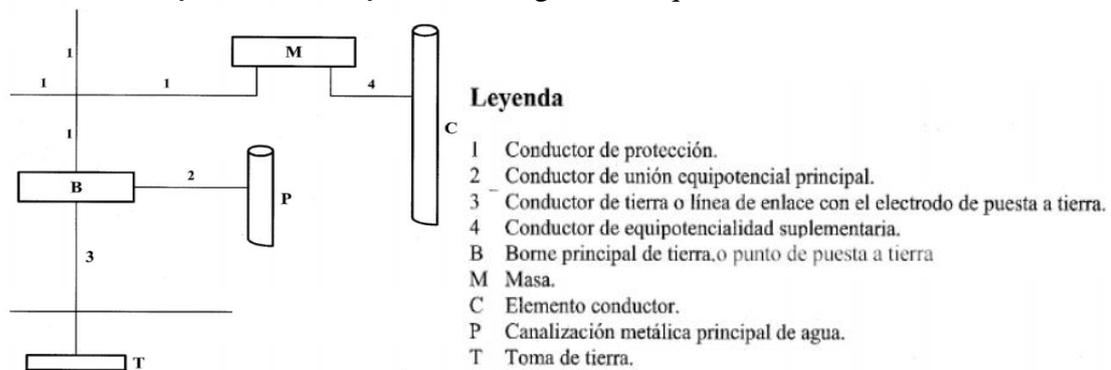


Figura 7. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.

La conexión de la puesta a tierra de la presente nave de almacenamiento será del tipo TT según ITC-BT-08. Las masas y el neutro estarán directamente conectadas a tierra a través de un conductor de protección.

2.2.11.1 Tomas de tierra

En la presente nave se utilizará un anillo desnudo de cobre de 35 mm² (norma NITE 1973 “Puesta a tierra”).

Será de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022 (conductor formado por varios alambres rígidos cableados entre sí) que rodeará el perímetro de la nave y será enterrado en las zanjas a unos 0,6 metros de profundidad y a 1 metro del edificio.

Para la presenta nave, se ha llegado a los siguientes resultados:

- Longitud del anillo = 128 m
- Resistencia proporcionada por el anillo = 8 Ohm

El anillo empleado será suficiente para proporcionar una resistencia inferior a 37 Ohm, al ser un edificio sin pararrayos (justificación en el Anexo I, apartado 1.6.5), de modo que sea eficaz al proteger al personal en caso de derivaciones y/o fugas. Por lo que no hubo necesidad de emplear otro tipo de electrodo como complementos para reducir la resistencia.

En el Plano 07 del documento Planos, se podrá apreciar su distribución.

2.2.11.2 Conductor de tierra

Estará formado por conductor de cobre e irá dispuesto en una envolvente desde el cuadro principal de distribución hasta el suelo donde se unirá a la toma de tierra enterrada.

Su sección será de 16 mm² dado que tendrá una parte de su longitud enterrada en el suelo.

2.2.11.3 Bornes de puesta a tierra

En la presente instalación de puesta a tierra habrá un borne principal de tierra en el cuadro principal de distribución al cual se le unirán los conductores de protección, desde las masas de los distintos receptores.

Este borne principal se unirá mediante puente seccionador a un borne secundario, desde el cual partirá el conductor de tierra hacia la puesta de tierra.

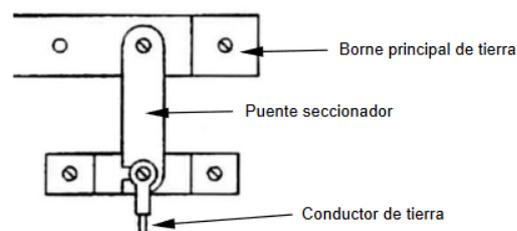


Figura 8. Borne de tierra.

La sección del puente seccionador de tierra será de la misma sección que el conductor de tierra, 16 mm².

2.2.11.4 Conductores de protección

Se instalarán conductores de protección para todos los receptores salvo en las líneas de alumbrado de emergencia dado que tienen potencias muy bajas y son de clase II, por lo que no es necesario.

Los conductores de los distintos receptores convergerán en su respectivo cuadro secundario y se instalará un conductor de protección común a ellos en cada uno de dichos cuadros hasta llevarlos al cuadro principal donde se conectarán al borne de tierra.

La sección se calculó según lo dispuesto en la tabla 2 de la ITC-BT-18 y serán de color verde-amarillo según ITC-BT-19.

Las distintas secciones empleadas se podrán ver en la tabla 38 del Anexo I. También se podrá ver su justificación.

2.2.12 Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos

Debido al trabajo de almacenamiento que se desarrollará en la nave, se decidió instalar puntos de recarga para carretillas elevadoras y transpaletas eléctricas pudiendo así aprovechar el espacio disponible y maximizar la eficiencia de la actividad.

Se instalarán dos puntos de recarga en la zona del almacén. No se considera necesario instalar más de dos dado que el tipo de actividad que se desarrolla no sugiere un uso más allá de dos carretillas aparte de que también se dispondrá de otros tipos de aparatos, manuales no eléctricos, para el manejo de la mercancía en el almacén.

La infraestructura para la recarga de los vehículos eléctricos de transporte de mercancías del presente almacén estará diseñada para vehículos con cargadores propios adaptados para tomas de corriente comunes o cargadores ajenos compatibles para ello.

No se ha preparado una sala especial para la recarga por lo que la instalación está enfocada para los vehículos eléctricos con baterías de iones de litio, que brindan esa posibilidad de utilizarse en los espacios disponibles al no desprender gases durante la recarga. También se tendrá podrá recargar en cualquier momento estas baterías al ser de litio.

En el Plano 05 del documento Planos se podrá ver la ubicación de las tomas de fuerza

2.2.12.1 Modo, tipo de carga y conector elegidos

Modo y tipo de carga

Se empleará el denominado modo de carga 2 que proporcionará hasta 3,7 kW de potencia

mediante suministro monofásico. Este modo cuenta con un sistema de protección en el cable de alimentación.

Su velocidad de carga es lenta debido al tipo de suministro eléctrico y potencia entregada. Tardaría en recargar completamente una carretilla elevadora entre 6 y 8 horas. Se considera el ideal teniendo en cuenta la frecuencia de trabajo y uso que podría producirse en este entorno de trabajo ya que se recargarán durante la noche mayormente.

La alimentación se realizará desde una caja de recarga que tendrá una toma común de 230V y 16A. Dicha caja se instalará a 1,5 metros sobre el nivel del suelo siguiendo la recomendación de la ITC-BT-52.

Conectores

La base de las tomas de fuerza serán de tipo Shuko, de modo que sea compatible con los cargadores propios o cargadores ajenos con adaptadores de los vehículos eléctricos a emplear en el almacén para el transporte de material. Por ello, las clavijas de dichos cargadores deberán ser de tipo Shuko también.



Figura 9. Base de enchufe Shuko y clavija Schuko. Fuente: LugeEnergy.

El grado de protección de las envolventes de las tomas serán mínimo IK08 contra impactos mecánicos externos

2.2.12.2 Sistema de conexión

Atendiendo a la ITC-BT-52, el sistema de conexión estación de recarga - EV más parecido a nuestro caso (carretillas elevadoras, transpaletas, etc.) sería el siguiente:

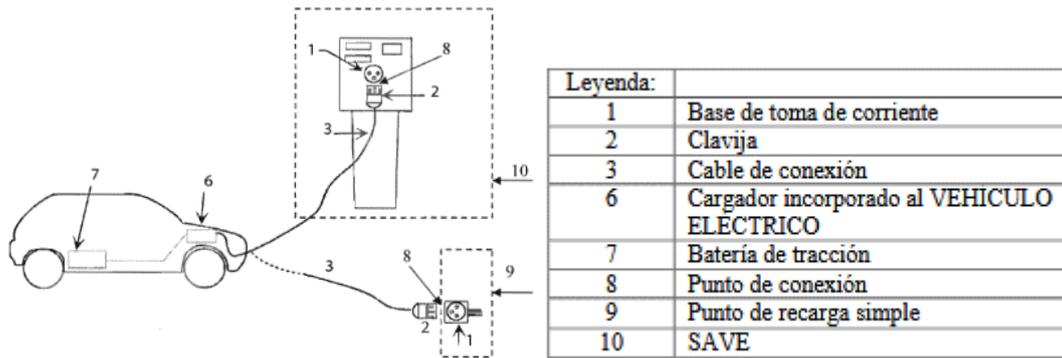


Figura 10. Conexión mediante cable solidario al vehículo con clavija de conexión al punto de recarga.

2.2.12.5 Esquema de instalación

El esquema de instalación de esta infraestructura se muestra a continuación (ITC-BT-52):

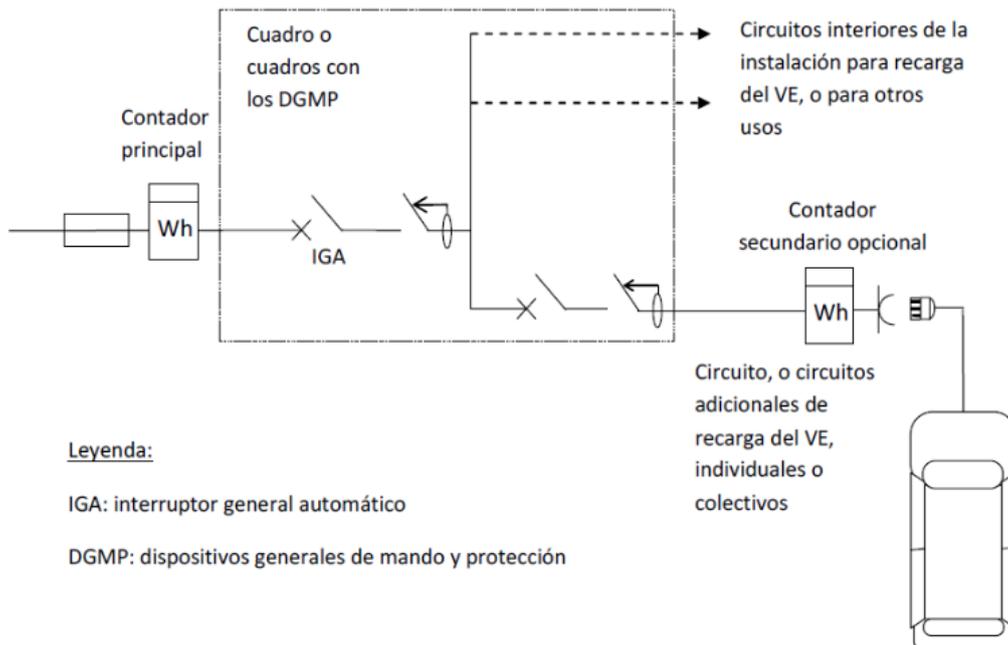


Figura 11. Instalación con circuitos adicionales para la recarga del EV.

2.2.12.6 Potencia, canalizaciones y cableado

A cada uno de los dos puntos de recarga se les ha asignado una potencia de 2600 W dada la eficiencia de los cargadores de litio incorporados al vehículo o ajenos del mercado. Les será administrada la corriente con un cable individual a cada punto (dos circuitos).

- El tipo de cable a utilizar para conectar las estaciones al cuadro secundario del almacén será H07ZZ-F (AS) con tensión de aislamiento de 450/750 V debido a su alta seguridad frente al fuego y no propagadores de incendio. El conductor será de cobre tal como lo recomienda el reglamento para el cableado que discurre por el interior. Tendrá una sección de 2,5 mm².

- El método de instalación de los conductores será del tipo B1 según la norma UNE-HD 60364-5-52: 2014.

- El sistema de instalación de las canalizaciones serán en tubos montados superficialmente con un diámetro exterior de 20 mm según ITC-BT-21.

No se instalará el sistema de protección de la línea general de alimentación (SPL).

2.2.13 Grupo Electrónico

Al tener la nave un grupo de bombeo contra incendio era necesaria la instalación de una fuente de energía independiente para alimentarlo en caso de fallo de red según ITC-BT-28. Se aprovechará para instalar un grupo electrónico que pueda cubrir toda la demanda de energía de la nave, potencia instalada, de modo que no se paralicen las actividades de transporte y almacenamiento en caso de corte. Se conectará de modo aislado, directamente a la instalación interior.

Canalizaciones

Seguirán lo dispuesto en la ITC-BT-21.

La instalación será en tubo rígido en canalizaciones fijas en superficie. Tendrá unas características mínimas como se indica en la tabla 1 de dicha instrucción.

El diámetro exterior será de 40 mm en función de la sección del cableado (35 mm²) atendiendo a la tabla 2 de dicha instrucción.

Cumplirá también con lo dispuesto en la ITC-BT-30, locales mojados. Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

Cableado

Los cables utilizados serán H07ZZ-F de tensión asignada de 450/750 V con aislamiento de XLPE. Serán de cobre y la sección de las fases y neutro será 25 mm².

El conductor de protección será de al menos 16 mm² en caso de instalar un diferencial.

Características del recinto

Se instalará detrás de la nave, a la intemperie, en un local con paredes de vallas y con una cubierta ligera metálica que lo cubra. Las puertas estarán cerradas con candado de modo que no sea accesible al público general.

Las dimensiones del recinto serán lo suficiente como para permitir abrir puertas para la realización de la instalación, mantenimiento y reparación.

El grupo en el interior del local se montará sobre una base de cimentación suficiente para aguantar su peso y el del aceite, combustible y refrigerante. Esta base será en dimensiones superior al grupo electrógeno.

Al estar a la intemperie, no será necesario instalar un sistema de ventilación.

Características del grupo electrógeno

El modelo es el II-055 - GAMA EMERGENCIA, del grupo Inmesol.

El grupo tendrá con cuadro de control automático con conmutación que arrancará el grupo cuando detecta fallo de la red principal y lo para cuando se restablece la red.

Será de 400/230 V trifásico, diésel y 1.500 rpm a 50 Hz.

Proveerá una potencia continua de 50 kVA (40 kW) y una potencia de emergencia de 55 kVA.

Incorpora una carrocería con aislamiento acústico que reducirá la emisión sonora cumpliendo con los valores máximos permitidos determinados por la directiva 2005/88/CE.

Puesta a tierra

Se conectará el neutro a una tierra independiente de la instalación de la nave mediante un conductor de cobre de 16 mm² de sección hasta 7 picas de 2 metros de longitud de acero cubierto de cobre enterrada en el suelo.

Se podrá ver dicha distribución en el plano 07.

3. Iluminación

3.1 Objeto

Este capítulo se dedicará a describir y mostrar la instalación de alumbrado convencional que se ha considerado a instalar en la nave industrial del presente proyecto en función de los criterios establecidos por las diferentes normativas de aplicación.

3.2 Generalidades

Atendiendo al Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, la iluminación de los lugares de trabajo deberá permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

Para ello, la iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella teniendo en cuenta las exigencias visuales de las tareas a realizar.

Normativa empleada

Para la determinación de los distintos parámetros requeridos para cumplir con esos objetivos, se ha hecho uso, además de dicha normativa, de la “Norma Europea sobre la iluminación para interiores” (UNE 12464-1:2012) y los Documento Básicos SU y HE del CTE. En el anexo III se puede ver en detalle.

3.2.1 Luminarias según la emisión del flujo luminoso

En esta nave solamente se ha diseñado el sistema de iluminación interior. Para ello se ha tenido en cuenta el tipo de iluminación requerida según la manera en la que emiten el flujo luminoso (fotometría).

En este caso, se ha considerado el flujo directo dado que la mayor parte del mismo se emite por debajo de la horizontal de la luminaria (más del 90% del mismo). De esta manera se podrán instalar el menor número de luminarias posibles.

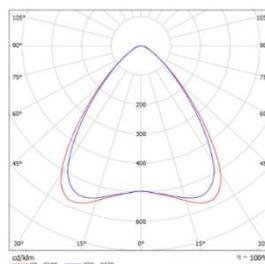


Figura 12. Flujo directo utilizado en la nave.

3.2.2 Temperatura del color

Este parámetro se indica en unidades llamadas Kelvin (°K) y su valor determina si una fuente de luz es cálida o fría. A menor valor de este parámetro, más cálida es la luz y viceversa.

Se considera luz cálida para valores inferiores a 3500K, neutra entre 4000K y 5500K, fría para valores superiores a 5500K. En nuestra nave se han elegido luminarias de esta manera:

- Zona administrativa: 4000K, de modo que no sea ni cálida ni demasiado fría y sea cómoda para los empleados.
- Zona almacén: 6500K, adecuada para esta zona de trabajo.

3.2.3 Tecnología de las luminarias elegidas

Todas las luminarias empleadas están fabricadas con tecnología LED. Se ha escogido esta tecnología debido a las numerosas ventajas que posee respecto a otras.

- Gran eficiencia, muy por encima de las demás con hasta un 60% de rendimiento.
- Gran eficacia luminosa (flujo luminoso por vatio de potencia gastado), por lo que es más económica.
- Mejor reproducción de los colores.
- Mayor vida útil.
- No es necesario sobredimensionar el cableado conectado a estas luminarias al no ser lámparas de descarga (el factor 1,8 de la ITC-BT-44).

3.2.4 Método de diseño

La forma de diseñar la instalación y elegir la iluminación adecuada, consistió en el empleo del método de ensayo y error en el software de cálculo. Se fue simulando la instalación con distintos modelos y manera de colocación de las luminarias hasta lograr alcanzar los requerimientos mínimos impuestos por la normativa.

Se consideró a la instalación del alumbrado en la presente nave de tipo adosada, en falso techo a lo largo de todo el recinto. En el Anexo III se refleja su altura de montaje.

3.3 Nivel de iluminación de los recintos

En la tabla siguiente se podrán ver resumidos todos los criterios mínimos exigibles que se han recogido de las distintas normativas a la hora de diseñar la instalación de alumbrado considerando su local o actividad dentro del establecimiento y los resultados logrados.

Para diseñar la nave y lograr esos criterios mínimos, se ha empleado el software de diseño de la iluminación Dialux 4.13.

Zona	Em mínimo	Em logrado	Emin/Em mínimo	Emin/Em logrado
Recepción	300	414	0,6	714
Pasillo P.	100	199	0,4	641
Pasillo S. I	100	116	0,4	587
Pasillo S. II	100	116	0,4	585
Vestuario	200	385	0,4	650
Aseo I	200	277	0,4	500
Aseo II	200	272	0,4	0,489
Oficina	500	733	0,6	623
Reuniones	500	639	0,6	627
Despacho	500	888	0,6	726
Archivos	200	363	0,4	576
Almacén	200	305	0,4	510
Sala Grupo Incendio	200	240	0,4	0,454

Tabla 5. Iluminancia lograda (Em,, P tot/S tot)

Zona	UGR	UGR logrado	VEEI máximo	VEEI logrado	PTOT/STOT máximo	PTOT/STOT logrado
Recepción	22	21	3	1.19	10	4.37
Pasillo P.	28	10	4	2.17	10	4.31
Pasillo S. I	28	21	4	3.44	10	4
Pasillo S. II	28	21	4	3.45	10	4
Vestuario	25	18	4	1.7	10	6.55
Aseo I	25	20	4	2.17	10	6
Aseo II	25	20	4	2,21	10	6
Oficina	19	19	3	1.87	25	13.50
Reuniones	19	16	3	3.27	25	20.91
Despacho	19	17	3	2.25	25	20
Archivos	25	17	4	1.51	10	5.5
Almacén	22	22	5	1.81	10	4.73
Sala Grupo Incendio	25	10	4	2,31	10	5,56

Tabla 6. Iluminancia lograda (UGR, VEEI, Ptot/Stot)

3.5 Lista de luminarias empleadas

Todas las luminarias empleadas se han escogido del catálogo de la empresa especializada en iluminación, PHILIPS.

En la tabla siguiente se mostrarán los datos más relevantes sobre las luminarias empleadas que nos han permitido llegar a los resultados vistos en el apartado anterior.

Zona	Luminarias (modelo)	Nº de luminarias	Tipo de Luminarias	Lúmenes/ud	Lúmenes total	Potencia/Luminaria [W]
Recepción	BY470P	4	LED	3400	13600	27,5
Pasillo P.	SM134V	3	LED	2700	8100	22
Pasillo Sec. I	RS060B	3	LED	500	1500	6
Pasillo Sec. II	RS060B	3	LED	500	1500	6
Vestuario	DN572B	6	LED	1150	6900	10,8
Aseo I	RS060B	4	LED	500	2000	6
Aseo II	RS060B	4	LED	500	2000	6
Oficina	RC125B	12	LED	3600	43200	36
Reuniones	TBS165	9	LED	3600	32400	46
Despacho	RC125B	9	LED	3600	32400	36
Archivos	SM134V	2	LED	2700	5400	22
Almacén	BY470P	20	LED	17000	340000	120
Sala Grupo Incendio	RS060B	2	LED	500	1000	6

Tabla 7. Lista de luminarias empleadas y características

Además:

- Todas las luminarias son de tipo “modelo”/840, donde ese 840 nos indica la temperatura del color, en este caso de 4000 K.

- Las del almacén serán de tipo “modelo”/865, donde ese 865 nos indica una temperatura de calor de 6500 K.

Se podrá observar su colocación y distribución en el plano de distribución del alumbrado en el documento Planos y los cálculos del software en el Anexo III.

3.6 Alumbrado de emergencia

3.6.1 Generalidades

Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia con el objetivo de iluminar adecuadamente en caso de fallo de la alimentación de la red, accidente o corte de los circuitos de alumbrado convencional, los siguientes elementos:

- Equipos de protección contra incendios
- Vías de recorrido de evacuación

Para ello se utilizará dos tipos de alumbrado de emergencia:

- Alumbrado de evacuación: parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los equipos de protección contra incendios y los cuadros eléctricos además de las rutas de evacuación.
- Alumbrado ambiente o anti-pánico: parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

Para cada tipo de alumbrado hay que cumplir ciertos criterios según la normativa de la protección contra incendios o el REBT. Dichos criterios se han tenido en cuenta a la hora de diseñar la instalación. En el Anexo III están todos los detalles.

Características del alumbrado de emergencia

Este alumbrado además deberá cumplir con unas determinadas características y requisitos respecto a su funcionamiento.

- Mantendrá las condiciones de servicio durante 1 hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio.

Otras consideraciones

Se montarán en falso techo o pegados a las paredes a 2 metros de altura sobre el suelo como mínimo. En el Anexo III se podrá ver la ubicación de cada punto de luz.

3.6.2 Método de diseño

Para realizar el cálculo de este tipo de alumbrado, se ha empleado el programa Daisa.

Al igual que con el alumbrado convencional, se ha utilizado el método de prueba y error con las luminarias disponibles en el software de cálculo hasta dar con las adecuadas,

colocadas en las zonas adecuadas y a la altura adecuada de modo que cumplieran los requisitos mínimos.

Los resultados obtenidos se pueden ver a modo de resumen en la tabla siguiente:

PARÁMETRO	OBJETIVO	OBTENIDO EN PLANO	OBTENIDO EN VOLUMEN	CUMPLIDO
		h = 0.00 m.	h = 0.00-1.00 m.	
Luxes mínimos en recorridos:	1.00	1.60		✓
Luxes promedio mínimo en recorridos:	---	4.63		✓
Uniformidad en recorridos (lx máx. / lx. mín.):	40.00	6.49		✓
Longitud de recorridos de evacuación cubierta:	≥ 1.00 lx.	100.0 %		✓
Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos:	5.00	5.19		✓
Superficie del plano cubierta:	≥ 0.50 lx.	100.0 %	100.0 %	✓
Uniformidad en plano (lx máx. / lx mín.):	40.00	12.86	37.58	✓
Lúmenes / m ² :	---	25.42	25.42	✓
Superficie:	536.1 m ²	Iluminación media: 5.11 lx		

Tabla 8. Cumplimiento de los criterios mínimos, alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia de la presente nave cumple con todas las condiciones establecidas en la normativa.

Todos los detalles de cálculo se podrán ver en el apartado 3.7 del documento Anexo III.

3.6.3 Lista de luminarias de emergencia empleadas

Características

Todas las luminarias empleadas tienen las siguientes características comunes:

- Tipo LED
- No permanente
- Clase II
- Con alimentación monofásica

Las demás características se podrán consultar en el Anexo III.

Distribución

Se han utilizado 37 luminarias a lo largo de toda la nave. 20 están en la zona de almacenamiento (1 para la sala del grupo de incendios), y las 16 restantes, en la administrativa.

Y se han utilizado 4 tipos distintos de las mismas, que son las siguientes:

Referencia	LUNA LD N3	HYDRA LD N7 A	HYDRA LD N3	HYDRA LD N10
Cantidad	1	6	11	19

Tabla 9. Luminarias de emergencia empleadas.

En el Anexo III se podrá ver con detalle la ubicación y más detalles de cada una.

4. Instalación de la protección contra incendios

4.1 Objeto

El objeto de este apartado es describir los elementos de protección contra incendios elegidos se van a utilizar en la nave en base a las necesidades calculadas en el documento Anexo II con respecto a este ámbito.

4.2 Configuración del establecimiento industrial

La nave industrial del presente proyecto es un establecimiento de tipo C.

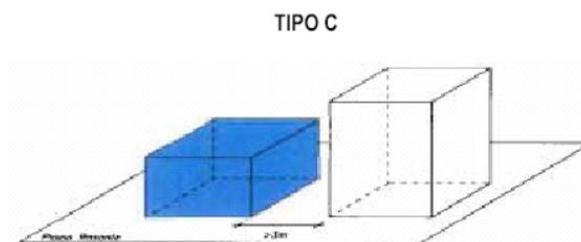


Figura 13. Establecimiento Tipo C.

4.3. Nivel de riesgo intrínseco

La densidad de carga de fuego calculada es de $Q_s \text{ nave} = 68\ 160 \text{ MJ/m}^2$.

El nivel de riesgo intrínseco es ALTO 8.

4.3.1 Sectorización del establecimiento industrial

La nave entera formará un único sector de incendio con dos distintas actividades realizadas, el almacenamiento de los libros y la actividad de oficinas en la zona administrativas. Ver justificación en el Anexo II.

4.4 Central de detección y alarma de incendios

Se instalará una central de detección y alarma de incendios a la que irán conectada los pulsadores manuales, las sirenas y los detectores de humo ópticos. La central será la que se encargue de controlar estos dispositivos y actuar en caso de incendio. Será también la fuente que proporcione la alimentación a estos dispositivos dado que hará de enlace con la red eléctrica.

Se conectarán los distintos elementos de protección a la central mediante cableado con características equivalentes a la norma UNE 21123 partes 4 ó 5, o apartado 3.4.6, cables de tipo (AS+) de 1,5 mm² de sección.



Figura 14. Central de alarma y detección de incendios. Fuente: Ariolaelectrica.

Siendo así el receptor que se ha tenido en cuenta a la hora de dimensionar el cableado dado que los otros dispositivos son de baja potencia y no se han considerado relevantes para el cálculo.

Se definió cómo CDI en el documento de cálculos Anexos, en el Anexo I.

4.4.1 Sistemas automáticos de detección de incendios

La presente nave no requiere de este tipo de sistemas tras analizar las condiciones que se establecen en el reglamento. Sin embargo, considerando que el nivel de riesgo intrínseco es alto y el material de almacenamiento es papel en esencia, se ha decidido también instalar estos dispositivos.

Irán conectados a la central de alarma y detección de incendios para su alimentación y funcionamiento. Dicha central es la que se ha tenido en cuenta en los cálculos de la instalación eléctrica.

Los sistemas elegidos son los detectores ópticos de humo (detectan los humos visibles mediante la absorción o difusión de la luz). Se instalarán en falso techo de la nave y solamente se pondrán en la zona del almacén al estar allí concentrado el nivel de riesgo intrínseco.



Figura 15. Detector óptico convencional. Fuente: omina.es.

Deberán llevar el marcado CE, de conformidad con las normas UNE-EN 54.

4.4.2 Sistemas manuales de alarma de incendios

Los sistemas elegidos son los pulsadores de alarma. También irán conectados a la central de detección y alarma de incendios.

Se colocará uno en cada salida de evacuación a 1,2 m según normativa y tal y como se verá en el documento Anexo III, ningún recorrido alcanza los 25 metros de límite reglamentario impuestos.

Estos dispositivos deberán además llevar el marcado CE de conformidad con la norma EN 54-11 y EN 54-21.



Figura 16. Pulsador de alarma manual común. Fuente: Extinhouse

4.4.3 Sistemas de comunicación de alarma.

Se instalarán unas sirenas conectadas a la central de detección y alarma de incendios junto con los otros elementos de forma que avisen cuando se usen los pulsadores de alarma o se activen los sensores de humo óptico.

Se instalarán dos sirenas de alarma, una en cada zona de la nave tal y como se podrá observar en el plano correspondiente a los elementos de protección contra incendios o en los distintos planos obtenidos en el cálculo del alumbrado de emergencia en el documento Anexos.



Figura 17. Avisador sonoro. Fuente: DirectIndustry.es

Deberán llevar el marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 54-3 y EN 54-21.

4.5 Extintores de incendio

Se instalarán doce extintores de incendio portátiles repartidos por toda la nave, 10 en el almacén donde el riesgo es el mayor y las distancias a recorrer también, uno en la sala de grupos de incendio y uno solo para la zona administrativa.

Los del almacén se instalarán de modo que haya una distancia menor a 15 metros desde cualquier punto hacia uno.

- Se instalarán a 1,2 m de altura siguiendo la normativa.
- Serán de eficacia 34 A debido al grado ALTO de riesgo intrínseco según la tabla anterior y los agentes extintores serán de polvo seco ABC de modo que se puedan utilizar en presencia de aparatos eléctricos sin dañarlos.



Figura 18. Extintor de incendio de polvo ABC. Fuente: nosoloextintores.es

Deberán de cumplir lo dispuesto en la norma UNE-EN 1866-1.

4.6 Sistemas de abastecimiento del agua

En el presente proyecto este sistema está formado por un depósito de agua, un sistema de impulsión del agua mediante bomba y una red general de tuberías.

La fuente de agua será exclusiva para la alimentación de la instalación de protección contra incendios que requiere de su servicio (las bocas de extinción de incendios). Se seguirá lo dispuesto en la norma UNE 23500:2018 en cuanto a sus características y especificaciones técnicas, además de la reglamentación del RSCIEI y el RIPCI.

4.6.1 Depósitos

El sistema consistirá en un depósito, aljibe de obra, de tipo A, con fuente de suministro C.1 (el depósito se rellenará con agua de la red pública).

Tendrá una capacidad de 54 m³ de agua (un 100% de los requerido) con unas dimensiones de 1,5 x 6 x 6 metros, suficiente para alimentar a cada una de las BIE durante 90 min. Estará a nivel del subsuelo con relación a la nave, en la pared del almacén más alejada de

la zona administrativa, en el centro. Se podrá ver su ubicación en el Plano 08 del documento Planos.

Tendrá los huecos en la pared superior (suelo de la nave) para poder introducir las distintas tuberías necesarias.

Se alimentará desde una red de agua independiente a la red de consumo humano, con una tubería que vendrá dispuesta por la fachada del edificio con un diámetro de DN 20 y llenado con control por nivel con válvula de flotador en el interior del depósito.

4.6.2 Equipos de bombeo

Para cumplir con el punto de trabajo teórico de la bomba de impulsión ($Q = 36 \text{ m}^3/\text{h}$ y $P_{\text{sum}} = 45,851 \text{ m.c.a.}$), se escogió el grupo de abastecimiento sencillo U.E. / 520 B con motor eléctrico MN 50 / 200 B de 15 HP de potencia y bomba auxiliar Jockey MULTINOX 120-60T de 1,7 HP de potencia de la empresa Bombas Saci, con suministro trifásico. Se conectará a través de una toma de fuerza de 32A.

La bomba suministra un punto de sobrecarga alrededor del 140% de su carga nominal a una presión de al menos 70% de la nominal, tal como lo exige la normativa.

Este equipo tendrá un cuadro de control de las bombas eléctrica y Jockey. Incorporará los elementos de arranque y control de la bomba principal y de la Jockey. El armario del cuadro tendrá protección IP55.

Tendrá los fusibles necesarios para su protección y un interruptor general propio, además de otros accesorios y dispositivos comunes para un eficaz control de la bomba. Aunque igualmente se protegerá con dispositivos de protección en el cuadro donde estará conectado tal como se verá en los esquemas unifilares.

Se instalará en un pequeño cuarto dedicado al equipo de algo más de 2 m², en el almacén, en la parte más alejada de la zona administrativa. Se ventilará a través de rejilla que se pondrá en la pared hacia el exterior. En el cuarto también habrá un sistema de cebado por gravedad con una capacidad de 400 litros y tuberías de DN 40 de diámetro para las pertinentes conexiones.

4.6.3 Sistema de tuberías

Consistirá en tuberías de acero galvanizado DIN 2440, tanto en la parte de aspiración como la de impulsión.

Serán de color rojo para indicar su uso de protección contra incendios y tendrán un diámetro DN 100 en aspiración no en carga mientras que será de DN 80 en impulsión (el colector de impulsión también de DN 80).

Al salir de la sala de grupo de incendio, las tuberías se fijarán cerca de la pared (dejando espacio para las canalizaciones eléctricas) e irán adosadas por la pared frontal, del interior

del almacén, de modo que en su recorrido cubra las tres BIE. Una vez se encuentra una BIE, tendrá un accesorio de tipo Te, con reducción de diámetro, del que saldrá una tubería DN 50 hasta la BIE correspondiente. Se redujo el diámetro para mantener una buena velocidad del fluido dado que el caudal en cada BIE es un tercio del total de la tubería.

Los soportes de estas serán suficientes en número y dimensión como para soportar los esfuerzos mecánicos posibles.

4.7 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE)

Se instalarán tres BIE con mangueras planas de 20 metros de longitud. Estarán separadas entre sí a una distancia de 10 y unos 16 metros respectivamente, en la pared frontal de la nave, por dentro, de modo que cubran la superficie más crítica del almacén.

Serán de 45 mm al tratarse de riesgo ALTO intrínseco.

Estarán conectadas a un sistema de bombeo de agua que les proporcionará un caudal un caudal de 200 l/min durante al menos 90 minutos atendiendo a UNE-EN-671.

Las BIE se montarán sobre un soporte rígido, de forma que la boquilla y la válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario estén situadas a 1,50 m. sobre el nivel del suelo.

Se situaron a una distancia menor a 5 m de las salidas del sector de incendio, cerca de tres puertas del almacén tal como se verá en el plano PCI del documento Planos.

Como se han escogido las de 45 mm, hay que tener en cuenta que solo personal cualificado puede manejarlas.



Figura 19. BIE de 45 mm, puerta semiciega y 20 m. Fuente: PROMATEC.

Se podrá observar su ubicación en el Plano 08 del documento Planos y también en el documento Anexo III, en la parte de la iluminación de emergencia (puntos de seguridad y cuadros eléctricos).

4.8 Sistemas de alumbrado de emergencia

Es el alumbrado que debe entrar en funcionamiento automáticamente cuando suceda un fallo en el alumbrado normal, proporcionando la iluminación adecuada para encontrar y poder seguir fácilmente la ruta de evacuación y/o los elementos de protección contra incendios en caso de necesidad.

La instalación elegida y todas sus características se podrán ver en este mismo documento, el capítulo 2, Iluminación o en el Anexo III.

4.9 Señalización

Se utilizará señalización fotoluminiscente que cumplirán lo dispuesto en las normas UNE 23033, UNE 23034 y UNE 23035 y lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Las características básicas que deberían tener estas señales son:

- Serán de un material que resista lo mejor posible los golpes, las inclemencias del tiempo y las agresiones medioambientales.
- Los pictogramas serán lo más sencillos posible.
- Las dimensiones garantizarán su buena visibilidad y comprensión.
- Al ser fotoluminiscentes, deberán facilitar su visualización en los puntos críticos como las salidas, los equipos de protección contra incendios, flechas indicadoras del recorrido de salida.
- Tendrán una vida útil de 10 años (a menos que se justifique mediante mediciones que la luminiscencia aporta valores no inferiores al 80%).

Las señales a utilizar serán:

Salidas de uso habitual: en la presenta nave, cualquiera de las cuatro puertas que comunican con el exterior (tres en el almacén y una en la zona administrativa) serán de uso habitual (así que no habrán salidas exclusivamente para emergencias).

Estas salidas serán a la vez vías de evacuación en caso de incendio, así que se señalizarán de la siguiente manera:



Figura 20. Señal de salida. Fuente: PROMATEC.

Dirección de evacuación: señales que indican mediante flechas la dirección que deben seguir los ocupantes para salir en caso de necesidad de desocupar el edificio (ruta de evacuación). El pictograma es el siguiente:



Figura 21. Señal de dirección de evacuación. Fuente: Promatec.

La señal tendrá unas dimensiones de 224 x 224 mm. Se pondrán a lo largo de la nave para indicar las salidas.

Dispositivos de protección contra incendios de uso manual: señales para los pulsadores manuales, que se colocarán encima de dichos dispositivos.



Figura 22. Señal de pulsador de alarma. Fuente: Promatec.

BIE: no sería necesario señalar las bocas de incendio equipadas al ser dispositivos fácilmente localizables. De todas formas, se pondrán en este caso, por arriba del propio equipo.



Figura 23. Señal de Boca de Incendio Equipada. Fuente: Promatec.

Extintor de incendios: se pondrá la señal por encima del extintor si no está en armario y al lado si lo está.



Figura 24. Señal de extintor de incendio. Fuente: Promatec.

Comunicación de alarma: se señalarán los avisadores acústicos mediante su pictograma correspondiente, en este caso, se colocarán por debajo de estos.



Figura 25. Señal de avisador sonoro de alarma. Fuente: Promatec.

En el documento Planos, plano 09, se podrán apreciar la distribución de dichas señales a lo largo de la nave.

5. Ventilación mecánica

5.1 Introducción

El objetivo de la ventilación es la de evacuar el aire viciado del interior de los locales y sustituirlo por aire nuevo de forma que se mantenga la calidad del aire interior y se cumplan unos estándares mínimos de higiene.

Esto ayudará a mejorar las condiciones de habitabilidad al eliminar o paliar las humedades y de esta forma proporcionar un ambiente y entorno adecuado para las personas que trabajen en el recinto o para los visitantes/clientes.

Por otra parte, también servirá para reducir el riesgo de incendio en el local, aliviará y proporcionará una ayuda extra en caso de incendio y necesidades de evacuación o cualquier otro accidente posible debido a una incorrecta ventilación.

También ayudará a reducir la degradación del material almacenado, así como cualquier otro objeto (muebles, equipos electrónicos, equipos de protección contra incendios, etc.) de la nave.

5.2 Normativa empleada

Para lograr dichos objetivos, se ha tenido que diseñar un sistema de ventilación específico para la nave de estudio. Para ello se ha hecho uso de unas normativas relacionadas con este tipo de instalaciones.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se aprueban las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus instrucciones ITE
- Documento Básico HS Salubridad - sección HS 3 Calidad del aire interior del CTE
- Norma DIN 1946.

5.3 Método de diseño

El parámetro básico de interés para poder diseñar un sistema de ventilación es el caudal de aire que hay que limpiar en un recinto. Las normativas descritas en el apartado 5.2 de esta memoria poseen su propio método de cálculo de estos caudales y, por lo tanto, múltiples soluciones para el dimensionamiento.

El método de procedimiento seguido ha consistido en realizar el cálculo del caudal mediante las distintas formas de cálculo y criterios que nos proporcionan las normativas escogidas.

Una vez averiguado el caudal, se ha optó por escoger el método más restrictivo entre todos los métodos empleados en determinadas áreas de interés según criterio propio. Esto es, se eligió el método donde el caudal de renovación resultante tuviera más valor.

Tras escoger el caudal en función del recinto, se procedió a determinar posibles soluciones de cómo se debería ventilar la zona.

Luego se comprobó si para ciertos recintos era posible adoptar la solución planteada

Todos los cálculos y consideraciones se encontrarán en el Anexo IV del documento Anexos.

5.4 Diseño adoptado

5.4.1 Caudal a renovar por recinto

En primer lugar, se necesita saber el caudal necesario para renovar el aire según los distintos recintos A continuación, se mostrará este parámetro tras aplicar el criterio más restrictivo. Los cálculos se podrán ver en el documento Anexo IV.

Local	Caudal [m3/h]	Local	Caudal [m3/h]
Almacén	43963	Recepción	90
Vestuario	194,04	Reuniones	59,15
Aseo	134,4	Archivos	23,9
Oficina	180	Sala GI	81
Despacho	45	Pasillo Princ.	45,72

Tabla 9. Caudal necesario por recinto

5.4.2 Tipo de ventilación elegida

Teniendo en cuenta el caudal necesario, la normativa y las características de la nave, se podrá elegir el tipo de ventilación que se usaría. Los tipos de ventilación son los siguientes:

- 1) Ventilación natural

- 2) Ventilación híbrida
- 3) Ventilación mecánica

1) Ventilación en la que la renovación del aire se produce exclusivamente por la acción del viento o por la existencia de un gradiente de temperaturas entre el punto de entrada y el de salida.

2) Ventilación en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce como en la ventilación natural y, cuando son desfavorables, como en la ventilación con extracción mecánica.

3) Ventilación en la que la renovación del aire se produce por el funcionamiento de aparatos electromecánicos dispuestos al efecto. Puede ser con admisión mecánica, con extracción mecánica o equilibrada.

En la siguiente tabla se mostrará el sistema elegido para cada zona. No se han tenido en cuenta los pasillos secundarios.

Recinto	Tipo de ventilación
Almacén	Híbrida
Aseos	Híbrida
Resto de zona administrativa	Mecánica

Tabla 10. Tipo de ventilación según recinto

5.4.3 Descripción detallada

A continuación, se explicará en detalle cómo se ventilarán los recintos de la presente nave.

- Almacén

Se instalarán extractores en la pared opuesta a la frontal, que es donde están las puertas de la nave al almacén, mientras que por la anterior habrá tres ventanas abiertas el máximo de tiempo posible. Combinando de esta manera ambos tipos de ventilación

Se ha realizado de esta forma de modo que el aire proveniente de la dirección de la pared frontal avance hacia adelante y de este modo empujar el aire viciado en dirección a los extractores los cuales finalmente se encargarán de expulsarlo al exterior. De este modo no habrá cruzamientos de corrientes y se conseguiría una eficiente renovación del aire.

Se instalará también una persiana de sobrepresión en el exterior de la nave cubriendo cada extractor a instalar de partículas y lluvia.

- Aseos

Se instalarán extractores en cada aseo cerca de una de las esquinas en la parte superior de modo que elimine el aire viciado del local hacia el exterior del edificio dado el recinto da lugar hacia fuera. De esta forma removerá el aire al ambiente de manera directa y sin necesidad de conductos de tuberías.

Al igual que en el almacén, también se instalarán persianas de sobrepresión en el exterior para proteger los extractores de los aseos.

También se instalarán rejillas de admisión de aire de modo que se ventile correctamente el recinto. Se colocarán igual que los extractores, pero en la otra esquina de la pared, en la parte superior. La abertura de admisión tiene que ser superior a 149,32 cm², por lo que sería recomendable el uso de rejillas con unas dimensiones mínimas de 200x100 mm² o 150x150 mm², teniendo así el área efectiva de las mismas.

- Resto de la zona administrativa

- Teniendo en cuenta que esta zona está interconectada por un pasillo principal y que las puertas permanecerán normalmente abiertas, se instalarán unos ventiladores de techo en la sala de recepción, el despacho y la oficina de modo que remuevan y transfieran el aire por el recinto.

Al fondo del pasillo principal, habrá un extractor, de modo que el aire movido por los ventiladores pueda ser extraído correctamente hacia el exterior del edificio (la pared del fondo del pasillo da hacia afuera de la nave).

También, las puertas de la entrada principal de la nave se podrán dejar abiertas.

- En el despacho habrá también un extractor propio que posibilitará remover el aire y llevarlo al almacén, dado que está al lado. De esta forma aprovechar que por normativa se puede mover este aire al almacén al requerir este de un nivel de calidad bajo.

Se hará lo mismo en el vestuario.

- En la sala de archivos se instalará un pequeño extractor en la ventana que da al exterior.

- En la sala grupo de incendios (que está en una esquina del almacén) se abrirá hueco en la fachada y se colocará una rejilla. La abertura de admisión tiene que ser superior a 90 cm². Rejilla con unas dimensiones mínimas de 120 mm x 120 mm sería suficiente y más considerando el poco uso de la sala, que en cualquier caso podría permanecer abierta y aprovecharse de la ventilación del almacén.

Otras consideraciones:

- No se ha considerado necesaria la instalación de conductos de ventilación dadas las necesidades requeridas y la estructura del establecimiento que ha facilitado el no usar estos elementos y complicar más la instalación.
- La zona en la que está la presente nave industrial es cercana a la costa donde la concentración de oxígeno es mayor y la brisa marina es bastante limpia, por lo que no se consideró necesaria la utilización de filtros teniendo además en cuenta la baja densidad y cantidad de personas consideradas en comparación al recinto.

En el Anexo IV, se podrán ver todos los cálculos realizados y las necesidades energéticas del cableado correspondiente se han calculado en el Anexo I.

5.4.4 Equipos elegidos

A continuación, se describirán los dispositivos de ventilación mecánica elegidos para renovar el caudal de los distintos recintos de la nave, teniendo en cuenta los caudales calculados en el Anexo IV. Estos dispositivos se controlarán y regularán mediante interruptores-reguladores electrónicos conectados a cada uno de ellos.

Nota 1: estos dispositivos son los que se han tenido en cuenta a la hora de realizar los cálculos de la instalación eléctrica

Nota 2: Se ha acudido al catálogo de SolerPalau y Sodeca.

Recinto	Caudal necesario [m ³ /h]	Caudal dispositivo [m ³ /h]	Uds	Caudal total disp. [m ³ /h]	Modelo	Potencia [W]
Almacén	43.963	11.003	5	55,015	HCFB/6-630/H-A	460
Aseo I	134,4	150	1	150	MU-DECOR 100	14
Aseo II	134,4	150	1	150	MU-DECOR 100	14
Vestuario	194,04	265	1	265	MU-DECOR 150	24
Despacho	45	100	1	100	DOMES-MU 100	40
		>200 (regulable)	1	>200	VD 01 807	55
Pasillo Principal	45,72	265	1	265	MU-DECOR 150	24
Oficina	180	>200 (regulable)	1	>200	VD 01 807	55
Sala de Recepción	90	>200 (regulable)	1	>200	VD 01 807	55
Archivos	23,9	90	1	90	MU 4P	15

Tabla 11. Dispositivos de ventilación mecánica y sus características

Índice de tablas.

Tabla 1. Distribución y características de los interruptores automáticos.	18
Tabla 2. Resumen equilibrio de cargas.	20
Tabla 3. División de los circuitos interiores y características.	21
Tabla 4. Distribución de las tomas de fuerza.	22
Tabla 5. Iluminancia lograda (E_m , P_{tot}/S_{tot}).....	32
Tabla 6. Iluminancia lograda (UGR, VEEI, P_{tot}/S_{tot}).....	32
Tabla 7. Lista de luminarias empleadas y características.....	33
Tabla 8. Cumplimiento de los criterios mínimos, alumbrado de emergencia.....	35
Tabla 9. Caudal necesario por recinto.....	47
Tabla 10. Tipo de ventilación según recinto.....	48
Tabla 11. Dispositivos de ventilación mecánica y sus características.....	50

Índice de figuras.

Figura 1 Conductor AL XZ1. Fuente: PrysmianGroup.....	9
Figura 2. Esquema de colocación de la CGP, CGP-7.	10
Figura 3. Características CGP.	11
Figura 4. Envoltente CGPC-7-160BUC/E. Fuente: Claved	11
Figura 5. Cable RZ1-K (AS) Fuente: CablesRCT	11
Figura 6. Pegatina identificativa en un cuadro de distribución	14
Figura 7. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.	23
Figura 8. Borne de tierra.	24
Figura 9. Base de enchufe Shuko y clavija Schuko.Fuente: LugeEnergy.....	26
Figura 10. Conexión mediante cable solidario al vehículo con clavija de conexión al punto de recarga.	27
Figura 11. Instalación con circuitos adicionales para la recarga del EV.....	27
Figura 12. Flujo directo utilizado en la nave.....	30
Figura 13. Establecimiento Tipo C.	37
Figura 14. Central de alarma y detección de incendios. Fuente: Ariolaelectrica.	38
Figura 15. Detector óptico convencional. Fuente: omina.es.	38
Figura 16. Pulsador de alarma manual común. Fuente: Extinhouse	39
Figura 17. Avisador sonoro. Fuente: DirectIndustry.es	39
Figura 18. Extintor de incendio de polvo ABC. Fuente: nosoloextintores.es	40
Figura 19. BIE de 45 mm, puerta semiciega y 20 m. Fuente: PROMATEC.	42
Figura 20. Señal de salida. Fuente: PROMATEC.....	43
Figura 21. Señal de dirección de evacuación. Fuente: Promatec.	44
Figura 22. Señal de pulsador de alarma. Fuente: Promatec.	44
Figura 23. Señal de Boca de Incendio Equipada. Fuente: Promatec.....	44
Figura 24. Señal de extintor de incendio. Fuente: Promatec.	44
Figura 25. Señal de avisador sonoro de alarma. Fuente: Promatec.....	45



ANEXOS

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021



Anexo I - Cálculos B.T.

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice - Anexo I

1. Instalación eléctrica de Baja Tensión	2
1.1 Objeto.....	2
1.2 Potencia Total de la Instalación	2
1.2.1 Potencia prevista.....	2
1.2.2 Potencia instalada (receptores)	3
1.2.3 Potencia final (potencia a instalar/contratar).....	7
1.3 Distribución de la instalación eléctrica	7
1.3.1 Cuadros de distribución y subdivisión.....	8
1.3.2 Clasificación y división de los circuitos.....	8
1.4 Dimensionado del cableado.....	11
1.4.1 Criterios de bases de cálculo.....	11
1.4.2 Acometida	15
1.4.3 Línea General de Alimentación	17
1.4.4 Derivación Individual.....	18
1.4.5 Circuitos interiores	18
1.4.6 Equilibrio de cargas	21
1.5 Dimensionamiento y características de los tubos.....	22
1.5.1 Tubos en canalizaciones enterradas	22
1.5.2 Tubos en canalizaciones fijas en superficie.....	22
1.5.3 Tubos en canalizaciones empotradas en pared	24
1.6 Protecciones de la instalación.....	25
1.6.1 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	25
1.6.2 Protección contra sobretensiones	29
1.6.3 Protección contra contactos indirectos	31
1.6.4 Puesta a tierra	33
1.6.5 Justificación edificio sin pararrayos.....	37
1.7 Grupo Electrónico	39
Índice de tablas.	41
Índice de figuras.	43

1. Instalación eléctrica de Baja Tensión

1.1 Objeto

El objeto del presente capítulo es el cálculo y dimensionamiento de la instalación eléctrica de baja tensión para la presente nave industrial aplicando lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

1.2 Potencia Total de la Instalación

1.2.1 Potencia prevista

La previsión de cargas se realiza según lo indicado en la ITC-BT-10 del REBT, concretamente el apartado 6 que nos dice que la carga total prevista será la correspondiente a los apartados 2, 3, 4 y 5 de la propia instrucción donde se describen distintos tipos de edificios y la carga que les corresponde.

La nave tiene una parte de oficinas y otra de uso industrial pero no es aplicable aquí lo anterior dado que primará la parte industrial, por lo que se considerará a la nave entera, a efectos de este cálculo, como zona industrial.

Usaremos entonces 125 W por metro cuadrado y planta, coeficiente de simultaneidad 1, tal como nos dicen en el apartado 4.2 de dicha instrucción técnica. El mínimo a considerar en caso de no alcanzar dicho límite es de 10.350 W a 230 V por local y planta.

En ambos casos se usará la superficie útil, 651,19 m², de la nave en lugar de la total construida, 675 m². A continuación, se expondrá la tabla con los datos calculados:

	Superficie [m ²]	Potencia mínima [W/m ²]	Potencia prevista [W]	Potencia prevista total [W y kW]
Zona administrativa	143,40	125	17.925	81.411
Zona almacén	507,89	125	63.485	81,41

Tabla 1. Potencia prevista de la instalación.

Esto se empleará para el cálculo de la acometida, la LGA y la DI. Esto es debido a que la potencia de los receptores, como se verá en apartados siguientes, es menor a la prevista por lo que se consideró conveniente utilizar este dato en caso de una posible ampliación de la instalación eléctrica a futuro, aparte de ser un requisito de la ITC-BT-10.

1.2.2 Potencia instalada (receptores)

En este apartado se describirán los distintos receptores que se han considerado en la nave del presente proyecto y la potencia requerida para cada uno. En base a estos datos, se calcularán los distintos cables necesarios con sus características para suministrar y distribuir la energía eléctrica entre dichos receptores.

Las instalaciones con requerimientos de electricidad en baja tensión que se han considerado son:

- Alumbrado convencional
- Alumbrado de emergencia
- Ventilación mecánica
- Instalación eléctrica básica y otros (tomas de corriente, ordenadores, etc.)
- Tomas de fuerza para la carga de vehículos eléctricos

1.2.2.1 Alumbrado convencional

En la siguiente tabla se mostrarán todas las luminarias de uso común empleadas en la nave y como se han repartido por los distintos recintos.

Área	Luminarias empleadas	Pot/ud [W]	Uds	Pot tot [W]
Sala de Recepción	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED34S/840	27,5	4	110
Pasillo Principal	PHILIPS SM134V PSD W20L120 1xLED27S/840 OC	22	3	66
Pasillo Secundario I	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	3	18
Pasillo Secundario II	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	3	18
Aseo I	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	4	24
Aseo II	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	4	24
Vestuario	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/840 WR	10,8	6	65
Oficina	PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC	36	12	432
Despacho	PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC	36	9	324
Sala de Reuniones	PHILIPS TBS165 G 3xTL5-14W HFS C6	46	9	414
Archivos	PHILIPS SM134V PSD W20L120 1xLED27S/840 OC	22	2	44

Almacén	PHILIPS BY470P 1 xECO170S/865 WB GC	120	20	2.400
Sala Grupo Incendio	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840	6	2	12
			Total	3.951

Tabla 2. Luminarias convencionales de la nave.

No se aplicó el factor de 1,8 según la ITC-BT-44 al no tratarse de lámparas de descarga dado que todas son de tipo LED.

1.2.2.2 Alumbrado de emergencia

Al igual que en la tabla anterior, aquí se mostrarán las luminarias de emergencias por recinto y cantidad empleada para hallar la potencia requerida total.

Área	Luminaria emergencia empleada	Pot/ud [W]	Uds	Pot tot [W]
Sala de Recepción	HYDRA LD N10	8	1	8
Oficina	HYDRA LD N7 A	8	2	16
	HYDRA LD N3	8	1	8
Archivos	LUNA LD N3	4	1	4
Pasillo Principal	HYDRA LD N3	8	2	16
Aseo I	HYDRA LD N3	8	1	8
Aseo II	HYDRA LD N3	8	1	8
Pasillo Secundario I	HYDRA LD N3	8	1	8
Pasillo Secundario II	HYDRA LD N3	8	1	8
Vestuario	HYDRA LD N3	8	3	24
Sala de Reuniones	HYDRA LD N10	8	1	8
Despacho	HYDRA LD N10	8	1	8
Sala Grupo Incendio	HYDRA LD N7 A	8	1	8
Almacén	HYDRA LD N10	8	16	128
	HYDRA LD N7 A	8	3	24
	HYDRA LD N3	8	1	8
			Total	292

Tabla 3. Luminarias de emergencia de la nave.

Tampoco será necesario aplicar el factor de 1,8 según la ITC-BT-44 al no tratarse de lámparas de descarga dado que todas son de tipo LED.

1.2.2.3 Ventilación mecánica

En la siguiente tabla se mostrarán todos los elementos de ventilación mecánica eléctricos empleados en la nave según su zona de uso y la potencia de cada uno.

Área	Dispositivo de ventilación empleado	Pot/ud [W]	Uds
Sala de Recepción	Ventilador de techo Serie CF	55	1
Pasillo Principal	Extractor Serie MU-DECOR 150	24	1
Aseo I	Extractor Serie MU-DECOR 100	14	1
Aseo II	Extractor Serie MU-DECOR 100	14	1
Vestuario	Extractor Serie MU-DECOR 150	24	1
Oficina	Ventilador de techo Serie CF	55	1
Despacho	Extractor Serie DOMES-MU 100	40	1
	Ventilador de techo Serie CF	55	1
Archivos	Extractor Serie MU 4P	15	1
Almacén	Extractor mural HCFB/6-630/H-A	460	5

Tabla 4. Dispositivos de ventilación mecánica de la nave.

La potencia de cálculo se hallará en el apartado siguiente.

1.2.2.4 Otros receptores

- Central de detección y alarma de incendios

Se ha considerado un valor elevado para este dispositivo, unos 500 W de potencia ya que alimenta a su vez a otros dispositivos, aunque son de reducida potencia. Coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Potencia de cálculo = 500 W.

- Secamanos

Potencia de cálculo/ud = 1500 W con coeficiente de simultaneidad 1 según ITC-BT-25.

○ Motores de las puertas enrollables

La potencia considerada para cada motor ha sido de 1000 W. Se ha considerado un factor de simultaneidad de 1 y son tres unidades.

Potencia de cálculo = $1000 * 1,25 + 1000 + 1000 = 3250$ W según lo establecido en la ITC-BT-47.

➤ Grupo incendios

Potencia bomba principal = 15 HP = 11.185,5 W

Potencia bomba Jockey = 1,7 HP = 1.267,69 W

Potencia total equipo de bomba = $11.185,5 + 1.267,69 = 12.453,19$ W

Potencia de cálculo = $12.453,19 * 1,25 = 15.567$ W (según ITC-BT-47).

○ Tomas para carga de EV

La potencia que podrá proporcionar idealmente una toma de 230 V y 16 A para la velocidad de carga lenta será de hasta 3680 W. El factor de simultaneidad es de 1 al no tener instalado el sistema un SPL según ITC-BT-52.

Potencia de cálculo = 2600 W/circuito

○ Tomas de uso general

Se ha previsto la instalación de los siguientes equipos básicos fijos y sus potencias requeridas que se conectarán a las tomas en la zona administrativa de la nave.

- 10 ordenadores a 220 W cada uno.
 - 1 impresora grande con 600 W.
 - 4 impresoras pequeñas a 24 W/ud.
 - Otros equipos menores (cargas de teléfonos, routers, etc.)
- Unos 2900 W.

Potencia de cálculo = 3000 W.

○ Dispositivos de ventilación mecánica

En función de los dispositivos a emplear según lo visto en la tabla del apartado 1.2.2.3 y la división de los circuitos según el apartado 1.3 de este anexo, se aplicará lo dispuesto en la ITC-BT-47 para hallar la potencia de cálculo de cada circuito de ventilación.

VM1 -> Potencia de cálculo = $460 * 1,25 + 4 * 460 = 2.415$ W

VM2 -> Potencia de cálculo = $24 * 1,25 + 14 * 2 = 58$ W

VM3 -> Potencia de cálculo = $55 * 1,25 + 55 * 2 + 24 + 40 + 15 = 258$ W

$$\text{Potencia total} = 2.415 + 58 + 258 = 2.731 \text{ W}$$

1.2.2.5 Resumen de potencias

En la tabla siguiente se mostrará el resumen de todos los receptores de la nave y sus potencias correspondientes.

Tipo	Potencia [W]
Alumbrado convencional	3.951
Alumbrado de emergencia	292
Ventilación mecánica	2.731
Central de detección y alarma	500
Secamanos	4.500
Motores puertas	3.250
Grupo Incendios	15.567
Tomas carga EV	5.200
Tomas de uso general	3.000
TOTAL	38.991

Tabla 5. Potencia de la instalación receptora.

1.2.3 Potencia final (potencia a instalar/contratar)

La potencia prevista calculada de 81.411 W mediante el criterio por tipo de recinto y área es mayor a la potencia instalada calculada 38.991 W, a través de los distintos receptores de la nave. Por lo tanto y aplicando la normativa reglamentaria, la potencia a instalar será la potencia prevista al ser la más desfavorable y será la que usaremos para el cálculo de la acometida, la línea general de alimentación y la derivación individual.

1.3 Distribución de la instalación eléctrica

Se ha tratado de dividir y agrupar los receptores anteriormente descritos en los circuitos más lógicos posibles para conseguir una adecuada manera de distribuir la energía y conseguir mayor eficiencia en el mantenimiento y reparación en caso de fallo.

También se repartirán en distintas fases de modo que exista un equilibrio de cargas en la instalación tal como se mostrará en apartados siguientes.

A continuación, se mostrará la estructura de los diferentes cuadros y los circuitos que albergan y como exactamente se ha estructurado la instalación eléctrica.

1.3.1 Cuadros de distribución y subdivisión

La instalación eléctrica estará subdividida desde un cuadro de distribución general hacia varios cuadros secundarios que se han considerado. Cada cuadro secundario a su vez tendrá varios circuitos eléctricos conectados a ellos según la zona de instalación de estos.

- Cuadro principal de distribución (CPD)
 - Circuito para los motores de las puertas: MOT.
 - Circuitos de fuerza para la recarga de vehículos eléctricos: F1.
 - Circuitos para conectar los cuadros secundarios: C1, C2, C3.
 - Circuito para la central de señalización y detección de incendios: CDI.
 - Circuitos para el alumbrado: A1, AE1.
- Cuadro secundario del almacén (CS1)
 - Circuitos para el alumbrado: A2, AGI, AE2, AEGI.
 - Circuito para la ventilación mecánica: VM1.
 - Circuito de fuerza para la recarga de vehículos eléctricos: F2.
 - Circuito para el grupo de bombeo contra incendios: GI.
- Cuadro secundario del vestuario, aseos y ambos pasillos secundarios (CS2)
 - Circuitos para alumbrado: A3, AE3.
 - Circuito para la ventilación mecánica: VM2.
 - Circuitos para las secadoras de manos: SM1, SM2, SM3.
- Cuadro secundario de la oficina (CS3)
 - Circuitos para el alumbrado: A4, A5, AE4.
 - Circuito para la ventilación mecánica: VM3.
 - Circuitos de fuerza: F3.

1.3.2 Clasificación y división de los circuitos

Se mostrará en este apartado la estructura de los circuitos en función del tipo y su denominación, así como también se describirán un poco más en detalle.

1.3.2.1 Circuitos del alumbrado convencional

Las luminarias se han repartido en varios circuitos.

- **A1:** luminarias de la mitad del almacén cercana a la zona administrativa.

- **A2:** resto de luminarias del almacén.
- **A3:** luminarias de ambos aseos, el vestuario y ambos pasillos secundarios (I y II).
- **A4:** luminarias de la sala de recepción, la oficina y el pasillo principal.
- **A5:** luminarias de la sala de reuniones, el despacho y la sala de los archivos.
- **AGI:** luminarias de la sala del grupo de incendios.

En todos los circuitos descritos se ha respetado el número máximo de puntos de utilización establecidos en la ITC-BT-25 (20 puntos por circuito).

Nº de luminarias/circuito					
AGI	A1	A2	A3	A4	A5
2	8	12	20	19	20

Tabla 6. Puntos de luz por circuito, alumbrado convencional.

1.3.2.2 Circuitos del alumbrado de emergencia

A continuación, se mostrarán los distintos circuitos pensados y su denominación.

- **AE1:** cubre las luminarias de emergencia de la mitad del almacén más cercana a la zona administrativa.
- **AE2:** resto de las luminarias de emergencia, de la otra mitad, del almacén.
- **AE3:** luminarias de emergencia de los aseos, el vestuario y ambos pasillos secundarios (I y II).
- **AE4:** resto de luminarias de emergencia de la zona administrativa. Sala de recepción, oficina, pasillo principal, sala de reuniones, despacho y sala de archivos.
- **AEGI:** luminaria de emergencia en la sala del grupo de incendios.

En los circuitos descritos anteriormente no es necesario seguir el criterio de 20 puntos de luz por circuito tal como lo marca la normativa al tratarse de receptores de muy baja potencia (entre 4 y 8 W). Aun así, se distribuyó en varios de ellos y el resultado es el siguiente:

Nº de luminarias de emergencia/cto				
AEGI	AE1	AE2	AE3	AE4
1	8	12	7	9

Tabla 7. Puntos de luz por circuito, alumbrado de emergencia.

1.3.2.3 Circuitos de la ventilación mecánica

La estructura de los circuitos en función del tipo y su denominación es la siguiente:

- **VM1:** incluye los extractores del almacén de la nave.

- **VM2:** incluye los extractores empleados en ambos aseos y el del vestuario.
- **VM3:** incluye el extractor del pasillo principal, el despacho y la sala de archivos y también los ventiladores de techo del despacho, oficina y la sala de recepción.

1.3.2.4 Circuito de los elementos de la protección contra incendios

- **CDI:** este circuito alimentará a la central de detección y alarma de incendios (que a su vez alimenta a las sirenas, pulsadores manuales y a los detectores ópticos de humo) mediante cableado de alimentación y transmisión de señales.

1.3.2.5 Circuitos correspondientes a los secamanos

Se ha considerado un secamanos para ambos aseos y el vestuario y para ello se asignó un circuito independiente a cada uno siguiendo la recomendación de la ITC-BT-25.

- **SM1:** secamanos del Aseo I.
- **SM2:** secamanos del Aseo II.
- **SM3:** secamanos del vestuario.

1.3.2.6 Circuitos para los motores de las puertas

El almacén dispondrá de tres puertas enrollables mecanizadas con un motor eléctrico en cada una de ellas que hará posible dicho funcionamiento.

- **MOT:** circuito que alimenta a las 3 puertas/motores.

1.3.2.7 Circuitos para los motores de las bombas de impulsión

Para abastecer de agua a las BIEs se instalará 1 equipo de bombeo de impulsión en la sala de bombas en el almacén. Este circuito de fuerza proporcionará alimentación a dicho equipo.

- **GI:** circuito que alimenta a la bomba 1.

1.3.2.8 Circuitos para las tomas de recarga de los EV

La instalación dispondrá de dos puntos fijos de recarga eléctrica para vehículos o carretillas en el almacén. Tratará de dos tomas de fuerza para carga lenta.

- **F1, F2:** circuitos que alimentan de manera independiente los dos puntos de recarga.

1.3.2.9 Circuitos de fuerza de las tomas generales

Este circuito abarca todas las tomas de corriente generales de la zona administrativa de la nave.

- **F3:** circuito que proporcionará alimentación a los distintos tipos de receptores típicos en una oficina.

1.4 Dimensionado del cableado

En este apartado se explicará el método de dimensionamiento del cableado y se calculará el necesario de todas las líneas descritas en el apartado anterior.

1.4.1 Criterios de bases de cálculo

Los conductores deben, por una parte, soportar la intensidad que circula por ellos y no provocar una caída de tensión excesiva según se marca en las diferentes instrucciones del REBT, y por otra ser la elección más rentable, atendiendo a la caída máxima de tensión reglamentaria, a la intensidad máxima admisible y a la intensidad de cortocircuito resultante.

Para el dimensionamiento de la acometida, la línea general de alimentación y la derivación individual, se les serán aplicables estos criterios, pero habrá pequeñas diferencias dado que se les aplicarán las Normas Particulares de Endesa para instalaciones de Baja Tensión (artículo 14 del REBT).

1.4.1.1 Intensidad máxima admisible

Para conocer este dato, se hallará en primer lugar la intensidad de cálculo (I_b) que circulará por el cable en función del receptor que debe alimentar. Las expresiones son las siguientes dependiendo de si se tratan de líneas monofásicas o trifásicas:

$$\text{Monofásica } I = P / (V * \cos\varphi)$$

$$\text{Trifásica } I = P / [1,732 * V * \cos\varphi)$$

donde:

- P, Potencia de cálculo de la línea [W]
- V, Tensión simple fase-neutro o tensión de línea [V]
- $\cos\varphi$, Factor de potencia de la instalación [adimensional]

Con la I_b calculada, se podrá averiguar la intensidad máxima admisible, I_z , mayor a la calculada y mediante ello su sección correspondiente del cable a través de las tablas siguientes sacadas de la norma UNE-HD 60364-5-52: 2014 donde además se elegirá el método de instalación del circuito.

Para ello se tendrá en cuenta que los conductores serán de cobre, con aislamiento XLPE y monofásicos o trifásicos dependiendo del circuito.

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Cable multicoreductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
	Cable multicoreductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	Cable multicoreductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
	Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
	Cable multicoreductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Var UNE-HD 60364-5-52			

Tabla 8. TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014), Métodos de instalación de referencia.

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																			
	PVC 3	PVC 2		PVC 3	PVC 2		XLPE 3	XLPE 2												
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
Sección mm ²																				
Cobre	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-	
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	
	35	-	-	-	95	100	101	108	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	
	50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	
	70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	
	95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	
	120	-	-	-	207	217	216	228	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	
	150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	
	185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	
	240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	

Tabla 9. TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014), intensidad admisible y sección conductor.

1.4.1.2 Caída de tensión

Para la sección determinada según el subapartado anterior, se utilizará el llamado criterio de caída de tensión mediante el cual se comprobará si la sección escogida cumple con la caída de tensión permitida por el reglamento. Su valor se determina en % mediante las siguientes expresiones:

- Para receptores monofásicos:

$$e (\%) = (2 * P * L * 100) / (C * S * V^2)$$

- Para receptores trifásicos:

$$e (\%) = (P * L * 100) / (C * S * V^2)$$

donde:

- L, Longitud más desfavorable de la línea (hasta el punto más alejado) [m]
- P, Potencia instalada [W]
- C, Conductividad del cable [m/Ω mm²]
- S, Sección del conductor [mm²]
- V, Tensión fase-neutro: 230V para suministros monofásicos, 400V para trifásicos.

El dato desconocido es la conductividad el cual se puede hallar de tablas estandarizadas con la información tabulada en función del tipo de conductor y la temperatura del mismo, pero se calculará en función de la temperatura real de trabajo como se explicará en el apartado siguiente.

1.4.1.2 Temperatura de trabajo

Se empleará en conjunción con el criterio anterior de modo que se pueda hallar un valor de la caída de tensión más cercana a la realidad al considerar la temperatura a la que normalmente trabajarán los cables. Este método se conoce como criterio térmico y se calculará a través de la siguiente expresión:

$$T = T_0 + (T_{\text{máx}} - T_0) * (I / I_{\text{máx}})^2$$

Donde:

- T, temperatura real estimada en el conductor
- T_{máx}, temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (70°C con aislante PVC, 90°C con aislante de XLPE según ITC-07)
- T₀, temperatura ambiente del conductor (40°C aérea, 25° subterránea)
- I, intensidad prevista para el conductor, (también I_b).
- I_{máx}, intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (también I_z).

Cálculo de la conductividad

En función de la temperatura de trabajo hallada, se calculará la conductividad del conductor.

En primer lugar, se hallará la resistividad de los conductores a través de la siguiente expresión:

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha (T - 20)]$$

Donde:

- α coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- ρ_{θ} resistividad del conductor a la temperatura T en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- ρ_{20} resistividad del conductor a 20°C en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- S sección del conductor en mm^2 .
- L longitud de la línea en m.

Los datos de las resistividades y el coeficiente de variación de resistencia en función del conductor del cable se obtendrán de la siguiente tabla que nos proporciona el REBT:

Material	$\rho_{20} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{70} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\rho_{90} (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$	$\alpha (^{\circ}\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

Tabla 10. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados.

Se escogerán las resistividades en los casos más desfavorables del conductor de Cobre, 90°C para aislante XLPE.

Y en función de la resistividad, se calculará finalmente la conductividad a través de la siguiente expresión (considerando un incremento del 2% de la resistencia en alterna respecto a la continua):

$$C = 1,02 * (1/\rho)$$

Finalmente se calculará la caída de tensión y se comprobará que es inferior a los máximos valores establecidos según el esquema de usuario de conexión, ITC-BT-19.

- 3% para circuitos de alumbrado
- 5% para circuitos de fuerza
- 3% para los demás

Las caídas de tensión de la LGA y la DI se explicarán en apartados siguientes.

1.4.1.3 Intensidad de cortocircuito

Se calculará según lo dispuesto en el Anexo 3 de la Guía de Aplicación del REBT.

En caso de cortocircuito se admite considerar la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios (en la CGP) como 0,8 veces la tensión de suministro. Se toma el defecto

fase-tierra para instalaciones TT como el más desfavorable y se supone despreciable la inductancia de los cables. Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{0,8U}{R}$$

Donde:

- I_{cc} , intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado en A.
- U , tensión de alimentación fase neutro en V.
- R , resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación en Ω .

El valor de la resistencia deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la CGP y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, los distintos receptores.

Para el cálculo de la resistencia, se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc} (caso más desfavorable). La expresión necesaria para calcular la resistencia es:

$$R_{mín} = (\rho * L) / S$$

Donde:

- S , sección del circuito en mm^2 .
- ρ , resistividad del conductor a 20°C en $\Omega * mm^2/m$, (0,018 $\Omega * mm^2/m$ al ser de cobre los conductores).

En función de la I_{cc} , se podrá dimensionar el poder de corte necesario de los dispositivos de protección ante sobreintensidades.

1.4.2 Acometida

Se seguirá lo dispuesto en las Especificaciones Particulares para instalaciones de B.T. de Endesa (NRZ002).

En función de la potencia prevista calculada, la sección de los conductores de fase será según lo dispuesto en la tabla X y la sección del neutro será como mínimo el normalizado precedente al anterior:

Sección conductor fase (mm^2)	Red III – 400V Potencia máxima demandada (kW)	Red III – 230V Potencia máxima demandada (kW)
50	$P \leq 50kW$	$P \leq 15kW$
95	$50kW < P \leq 75kW$	$15kW < P \leq 30kW$
150	$75kW < P \leq 100kW$	$30kW < P \leq 57,5kW$
240	$100kW < P \leq 180kW$	$50kW < P \leq 100kW$

Tabla 11. Sección mínima acometidas según potencia.

La intensidad admisible máxima, I_z , se hallará en función de la sección escogida mediante la siguiente tabla dado que la acometida será entubada en el suelo:

Sección nominal de los conductores (mm ²)	Intensidad máxima admisible (A) (cables en triángulo en contacto)
50	125
95	191
150	253
240	336/312(*) (*) si la protección se realiza con fusible gG de 250 A

Tabla 12. Intensidades máximas admisibles en cables XLPE, Al, bajo tubo.

Dicha intensidad dependerá de distintas condiciones. En este caso se supondrán las condiciones estándar definidas por la norma UNE 211435.

- Temperatura máxima en el conductor: 90°C
- Línea en servicio permanente
- 4 cables unipolares dentro de un tubo
- Resistividad térmica del terreno: 1 K·m/W
- Temperatura ambiente del terreno a la profundidad indicada: 25 °C.

Salvo la profundidad de la instalación que será de 1,2 m, dado que la acometida irá enterrada por la calle, por lo que se le aplicará un factor de corrección F_{cp} a la I_z .

Profundidad (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1,00	0,90	0,98	0,97	0,95

Tabla 13. Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento

Los demás factores de corrección serán 1 al tratarse de condiciones estándar. Se le aplicará también un factor de corrección de 0,8 según lo dispuesto en el apartado 3.1.3 de la ITC-BT-07 para este tipo de instalaciones. Los cálculos serán reflejados a continuación.

Potencia [W]	Tensión [V]	f.d.p.	I _b [A]	I _z [A]	Sección [mm ²]	Aisl	Cond.
81.411	400	0,9	146,89	192,28	3x150+1x95	XLPE	Alu

Tabla 14. Características técnicas de la acometida.

1.4.3 Línea General de Alimentación

Se seguirá lo dispuesto en las Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución y la ITC-BT-14 del REBT.

Se dimensionará en función de los 81.411 W de potencia prevista. La sección e intensidad admisible máxima se calcularán en función de las tablas 8 Y 9, de este documento, de la norma UNE-HD 60364-5-52: 2014.

La instalación de referencia según la norma anterior será B1 dado que los cables serán unipolares según ITC-BT-14 y con aislamiento XLPE.

La sección del neutro será, tal como lo recomienda la ITC, igual a la sección de la fase elegida de modo que se eviten los desequilibrios de cargas y corrientes armónicas.

Caída de tensión:

En cuanto a la comprobación de la caída de tensión y dado lo particular que es la presente instalación (un solo usuario con potencia e intensidad de suministro superior a 44 kW y 63 A, siendo necesaria la instalación de una CGP y no una CPM según las normas particulares de Endesa), se supondrá una caída de tensión máxima de 0,5% para nuestra Línea de Alimentación General.

Esto se hará considerando que el esquema de nuestra instalación es similar al esquema para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar (siendo el usuario y el contador únicos en nuestro caso) y el esquema para un solo usuario.

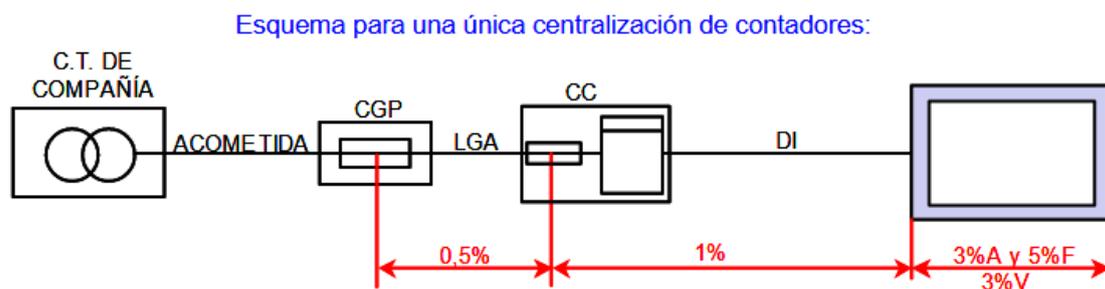


Figura 1. Esquema para una única centralización de contadores.

Se considerará el caso más desfavorable en cuanto a la conductividad del cable ($C = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$, para una temperatura de 90°C al ser con aislamiento XLPE).

En la tabla siguiente se verán los cálculos y parámetros determinados.

Tensión [V]	f.d.p.	Ib [A]	Iz [A]	Sección [mm ²]	Cond.	Longitud [m]	e (%)	e máx. (%)
400	0,8	146,89	193	3x70+1x70	Cu	3	0,046	0,5

Tabla 15. Características técnicas de la LGA.

1.4.4 Derivación Individual

Se seguirá lo dispuesto en las Especificaciones Particulares de Endesa para Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución y la ITC-BT-15 del REBT.

Se dimensionará de manera similar a la LGA anteriormente calculada.

En cuanto al neutro, se aplicará lo dispuesto en la ITC-BT-15, sección del neutro igual al de la sección de fase.

La caída de tensión máxima se supondrá 1% tal como se explicó en el apartado anterior en el cálculo de la LGA.

Tensión [V]	f.d.p.	Ib [A]	Iz [A]	Sección [mm ²]	Cond.	Longitud [m]	e (%)	e máx. (%)
400	0,8	146,89	193	3x70+1x70	Cu	14	0,214	1

Tabla 16. Características técnicas de la DI.

1.4.5 Circuitos interiores

A continuación, se mostrarán las tablas con los cálculos realizados en función de los métodos descritos en el apartado 1.4.1.

La sección del neutro de cada línea será como mínimo igual a la de las fases de modo que se tenga en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios para minimizarlo a lo máximo posible (ITC-BT-19).

Circuitos		Potencia		Ib	Tipo	Aisl.	Iz	Sección	
		W	V						
Cuadro principal de distribución (CPD)									
C1	Línea hacia CS1	22.138	400	0,8	39,94	B1	XLPE	77	3x16+16
C2	Línea hacia CS2	4.763	400	0,8	8,59	B1	XLPE	41	3x6+6
C3	Línea hacia CS3	4.716	400	0,8	8,51	B1	XLPE	41	3x6+6
MOT	Líneas motores puertas	3.250	400	0,8	5,86	B1	XLPE	20	3x1,5+1,5

F1	Línea punto de recarga 1	2.600	230	0,8	14,13	B1	XLPE	28	1x2,5+2,5	
CDI	Línea a central de detección y alarma incendios	500	230	0,8	2,72	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
A1	Alum convencional almacén	960	230	0,9	4,64	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
AE1	Alum emergencia almacén	64	230	0,9	0,31	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
Cuadro Secundario Almacén (CS1)										
A2	Alum convencional almacén	1440	230	0,9	6,96	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
AGI	Alum grupo incendios	12	230	0,9	0,06	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
AE2	Alum emergencia almacén	96	230	0,9	0,46	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
AEGI	Alum emergencia grupo incendios	8	230	0,9	0,04	B1	XLPE	20	1x1,5+1,5	
VM1	Línea extractores del almacén	2.415	230	0,8	13,13	B1	XLPE	38	1x4+4	
GI	Línea grupo incendios	15.567	400	0,8	28,09	B1	XLPE	41	3x6+6	
F2	Línea punto de recarga 2	2.600	230	0,8	14,13	B1	XLPE	28	1x2,5+2,5	
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)										
A3	Alum convencional de aseos, pasillos secundarios, vestuario	149	230	0,9	0,72	B2	XLPE	17,5	1x1,5+1,5	
AE3	Alum emergencia aseos, pasillos secundarios, vestuario	56	230	0,9	0,27	B2	XLPE	17,5	1x1,5+1,5	
VM2	Línea a ventilación mecánica aseos, vestuario	58	230	0,8	0,32	A1	XLPE	16,5	1x1,5+1,5	
SM1	Línea a secamanos aseo I	1.500	230	0,8	8,15	A1	XLPE	22	1x2,5+2,5	
SM2	Línea a secamanos aseo II	1.500	230	0,8	8,15	A1	XLPE	22	1x2,5+2,5	
SM3	Línea a secamanos vestuario	1.500	230	0,8	8,15	A1	XLPE	22	1x2,5+2,5	
Cuadro Secundario Oficina (CS3)										
A4	Línea alumbrado recepción, oficina, pasillo principal	608	230	0,9	2,94	B2	XLPE	17,5	1x1,5+1,5	
A5	Línea alumbrado reuniones, despacho, archivos	782	230	0,9	3,78	B2	XLPE	17,5	1x1,5+1,5	
AE4	Línea alumbrado emergencia de estos locales	68	230	0,9	0,33	B2	XLPE	17,5	1x1,5+1,5	
VM3	Línea a ventilación a oficina y demás zonas	258	230	0,8	1,40	B2	XLPE	17,5	1x1,5+1,5	
F3	Línea a tomas de fuerza de estas áreas	3.000	230	0,8	16,30	A1	XLPE	22	1x2,5+2,5	

Tabla 17. Intensidad admisible y sección de los circuitos.

Línea	Potencia W	Long m	Ib A	Iz A	Temp °C	p0 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	C $\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$	Sección mm^2	e %	e máx %
Cuadro principal de distribución (CPD)										
C1	22.138	40	39,94	77	53,45	0,0204	50,10	16	0,690	3

C2	4.763	10	8,59	41	42,20	0,0196	52,13	6	0,095	3
C3	4.716	22	9,32	41	42,58	0,0196	52,06	6	0,208	3
MOT	3.250	26	5,86	20	44,30	0,0197	51,74	1,5	0,681	3
F1	2.600	14	14,13	28	52,73	0,0203	50,22	2,5	1,057	5
CDI	500	3	2,72	20	40,92	0,0195	52,37	1,5	0,060	3
A1	960	29	4,64	20	42,69	0,0196	52,04	1,5	1,348	3
AE1	64	34	0,31	20	40,01	0,0194	52,54	1,5	0,104	3
Cuadro Secundario Almacén (CS1)										
A2	1440	39	6,96	20	46,05	0,0198	51,42	1,5	2,753	3
AGI	12	9	0,06	20	40,00	0,0194	52,55	1,5	0,005	3
AE2	96	46	0,46	20	40,03	0,0194	52,54	1,5	0,212	3
AEGI	8	8	0,04	20	40,00	0,0194	52,55	1,5	0,003	3
VM1	2.415	60	13,13	38	45,96	0,0198	51,43	4	2,663	3
GI	15.567	8	28,09	41	63,46	0,0211	48,42	6	0,268	5
F2	2.600	13	14,13	28	52,73	0,0203	50,22	2,5	1,018	5
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)										
A3	149	13	0,72	17,5	40,08	0,0194	52,53	1,5	0,093	3
AE3	56	11	0,27	17,5	40,01	0,0194	52,54	1,5	0,030	3
VM2	58	24	0,32	16,5	40,02	0,0194	52,54	1,5	0,067	3
SM1	1.500	7	8,15	22	48,93	0,0200	50,90	2,5	0,330	3
SM2	1.500	6	8,15	22	48,93	0,0200	50,90	2,5	0,267	3
SM3	1.500	6	8,15	22	48,93	0,0200	50,90	2,5	0,267	3
Cuadro Secundario Oficina (CS3)										
A4	608	14	2,94	17,5	41,41	0,0195	52,28	1,5	0,410	3
A5	782	30	3,78	17,5	42,33	0,0196	52,11	1,5	1,135	3
AE4	68	12	0,33	17,5	40,02	0,0194	52,54	1,5	0,039	3
VM3	258	18	1,40	17,5	40,32	0,0194	52,49	1,5	0,223	3
F3	3.000	25	16,30	22	75,68	0,0219	46,51	2,5	2,438	5

Tabla 18. Caída de tensión en los circuitos.

Se cumplen de esta manera los requisitos establecidos en el reglamento en todos los posibles recorridos de la tensión ya que están por debajo del valor máximo permitido en todos los casos.

Por lo que la sección e intensidades calculadas y escogidos son válidas.

1.4.6 Equilibrio de cargas

Con el objetivo de mantener una similar proporción entre las cargas de las fases de nuestra instalación trifásica y conseguir el mayor equilibrio posible en los conductores, repartiremos las líneas monofásicas entre las correspondientes fases R, S y T.

	Fase R	Fase S	Fase T
Línea	Intensidad [A]	Intensidad [A]	Intensidad [A]
Cuadro principal de distribución (CPD)			
C1	39,94	39,94	39,94
C2	8,59	8,59	8,59
C3	8,51	8,51	8,51
MOT	5,86	5,52	5,52
F1	14,13		
CDI	2,72		
A1	4,64		
AE1		0,31	
Cuadro Secundario Almacén (CS1)			
A2			6,96
AGI		0,06	
AE2	0,46		
AEGI		0,04	
VM1			13,13
GI	28,09	28,09	28,09
F2		14,13	
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)			
A3	0,72		
AE3		0,27	
VM2	0,32		
SM1	8,15		
SM2			8,15
SM3			8,15
Cuadro Secundario Oficina (CS3)			
A4		2,94	
A5	3,78		
AE4	0,33		
VM3		1,40	
F3		16,30	

Total	126,24	126,10	127,04
--------------	--------	--------	--------

Tabla 19. Distribución de las cargas según fase.

Se han repartido las cargas de modo que el desbalance sea inferior al 5% al considerarse un límite razonable. Esto se calcula a través de la siguiente expresión:

$$\text{Desbalance (\%)} = [(Carga Mayor - Carga Menor) \times 100] / Carga Mayor$$

$$\text{Desbalance (\%)} = (127,04 - 126,10) * 100 / 127,04 = 0,74\% < 5\%$$

1.5 Dimensionamiento y características de los tubos

En este apartado se justificará el diámetro de los tubos y se expondrán las características mínimas que tendrán según ITC-BT-21.

1.5.1 Tubos en canalizaciones enterradas

La acometida es la única línea del circuito con este tipo de instalación. Seguirá lo dispuesto en las Normas Particulares de Endesa (NRZ002).

El diámetro exterior del tubo será de 160 mm, libres de halógenos, con interior liso y poseerá una resistencia adecuada a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación. Se emplearán barras de tubo rígidas de hasta 6 metros de longitud para los tramos de canalización general (rectilíneos). Esto según norma UNE-EN 61386-24.

Los tubos serán para uso normal, tipo N, según la norma UNE mencionada, con una resistencia a la compresión mayor de 450 N. Tendrán un grado de protección frente a influencias externas IP 54.

1.5.2 Tubos en canalizaciones fijas en superficie

El diámetro se hallará en función del número de conductores del circuito a través de la siguiente tabla (se muestra la información hasta los datos de interés).

Sección conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20

6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63

Tabla 20. Diámetros exteriores mínimos de los tubos fijos en superficie.

- Para la LGA, el diámetro del tubo vendrá dado en la Tabla 1 de la instrucción técnica 14 del REBT.

- La sección del tubo de la DI será tal que se pueda ampliar la sección de los conductores en un 100% según ITC-BT-15.

- En los tubos de las líneas C1, C2 y C3, irá un conductor de protección por tubo, común a los circuitos de cada uno de los cuadros secundarios. Haciendo de esta manera un total de 5 cables en el tubo (3 fases + 1 neutro + 1 conductor de protección).

En la tabla siguiente se recogerán los diámetros mínimos de los tubos en superficie de los circuitos que llevan este tipo de instalación:

Línea	Sección mm ²	Diámetro tubo mm
LGA	70	140
DI	70	63
Cuadro principal de distribución (CPD)		
C1	16	32
C2	6	20
C3	6	20
MOT	1,5	16
F1	2,5	20
CDI	1,5	16
A1	1,5	16
AE1	1,5	12
Cuadro Secundario Almacén (CS1)		
A2	1,5	16
AGI	1,5	16
AE2	1,5	12

AEGI	1,5	12
VM1	4	16
GI	6	25
F2	2,5	16

Cuadro Secundario Oficina (CS3)

A4	1,5	16
A5	1,5	16
AE4	1,5	12
VM3	1,5	16

Tabla 21. Diámetros mínimos tubos fijos en superficie de los circuitos.

1.5.3 Tubos en canalizaciones empotradas en pared

El diámetro se hallará en función del número de conductores del circuito a través de la siguiente tabla (se muestra hasta los datos de interés).

Sección conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20

Tabla 22. Diámetros exteriores mínimos de los tubos empotrados en pared.

También se tendrá en cuenta lo dispuesto en la tabla 1 de la ITC-BT-25.

En la tabla siguiente se recogerán los diámetros mínimos de los tubos empotrados de los circuitos que llevan este tipo de instalación:

Línea	Sección mm ²	Diámetro tubo mm
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)		
VM2	1,5	16
SM1	2,5	20
SM2	2,5	20
SM3	2,5	20
Cuadro Secundario Oficina (CS3)		

F3 2,5 20

Tabla 23. Diámetros mínimos tubos empotrados en pared de los circuitos.

1.6 Protecciones de la instalación

1.6.1 Protección contra sobreintensidades y cortocircuitos

Existen dos tipos de dispositivos para ello, los fusibles y los interruptores automáticos, también llamados magnetotérmicos. Los primeros se hallarán para que protejan la LGA mientras que los segundos para diferentes circuitos, incluida la DI.

Cálculo de la I_n (sobreintensidades)

Atendiendo a la ITC-BT-22, se hallará la Intensidad Nominal en función de las características de funcionamiento. Ambos se regirán por las mismas condiciones de funcionamiento.

- 1) $I_b \leq I_n \leq I_z$
- 2) $I_2 \leq 1,45 * I_z$

Donde:

I_n = intensidad nominal del fusible

I_b = intensidad de cálculo de la línea

I_z = intensidad máxima admisible según norma UNE-HD 60364-5-52

I_2 = corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG toma los valores siguientes:

$$\begin{aligned} I_f &= 1,60 * I_n \quad \text{si } I_n \geq 16A \\ I_f &= 1,90 * I_n \quad \text{si } 4A < I_n < 16A \\ I_f &= 2,10 * I_n \quad \text{si } I_n \leq 4^a \end{aligned}$$

Cálculo del PC (cortocircuito)

Para asignar el poder de corte a cada interruptor y a los fusibles, se calculará la intensidad de cortocircuito máxima en cada una de las líneas tal y como está explicado en el apartado 1.4.1.3 de este Anexo.

1.6.1.1 Fusibles

Los datos son los siguientes (intensidad de la LGA):

- $I_b = 146,89 \text{ A}$

➤ $I_z = 193 \text{ A}$

Se elegirá un valor de I_n estandarizado de modo que cumpla la primera condición de funcionamiento de la siguiente tabla:

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Tabla X.

Tabla 24. Intensidades Nominales normalizadas de fusibles.

Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT

➤ I_n elegida = 160 A

Ahora se comprobará que satisfaga la condición segunda. Considerando la I_n elegida:

$$I_f = 1,60 \times I_n$$

dado que $I_n = 160\text{A} > 16\text{A}$

Se comprueba:

$$1,6 * 160 \leq 1,45 * 193,$$

$$256 < 279,85 \rightarrow \text{se cumple la 2}^\circ \text{ condición}$$

La intensidad de cortocircuito y el poder de corte se calcularon en la siguiente tabla:

	I_b	I_z	I_n	$I_b < I_n < I_z$	Long	Sección	R_{\min}	$I_{cc} \text{ máx}$	PC
Línea	A	A	A		m	mm ²	Ω	A	kA
LGA	146,89	193	160	Sí	3	70	0,0015	119.259	120

Tabla 25. Características de los fusibles.

- Los fusibles a elegir serán del tipo gG con $I_n = 160\text{A}$ y $\text{PC} = 100 \text{ kA}$.

1.6.1.2 Magnetotérmicos

Intensidad Nominal

Se utilizarán los valores estandarizados de magnetotérmicos para la elección de la I_n (ver tabla 26) dado que así se cumplirá automáticamente la segunda condición que requieren estos dispositivos:

Valores de I_n(A) normalizados para interruptores magnetotérmicos												
6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160

Tabla 26. Valores estándar de la Intensidad Nominal (magnetotérmicos).

Poder de Corte

En cuanto al PC, también se elegirán interruptores con valores estándar mayores a la I_{cc} máx en función de valores estándar según la tabla 27. Para el magnetotérmico general, IGA, se tendrá en cuenta que su PC tiene que ser superior como mínimo a 4,5 kA según ITC-BT-17.

Poder de corte en “kA” normalizados									
3	4,5	6	10	16	25	35	50	70	100

Tabla 27. Valores estándar del Poder de Corte.

Curva de disparo

También debemos fijarnos en qué curva de funcionamiento poseen. Estas muestran el tiempo de disparo en función de la intensidad de defecto en amperios. Para el presente proyecto solo son de interés la Curva C y la Curva D.

- La curva C se usará en los automáticos conectados a circuitos con receptores comunes (alumbrado, tomas de corriente, etc.)
- Curva D para los circuitos de motores (motores de las puertas, del grupo de incendio, extractores, ventiladores, secamanos) dado que se utilizan en donde se pueda presentar grandes transitorios en el arranque. Con una curva D, el interruptor saltará a una intensidad mayor que los de curva C permitiendo que no se corten dichas líneas.

Número de polos

Otra característica más a tener en cuenta es el número de cables a las que puede cortar. Atendiendo a la ITC-BT-17, los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar. De igual manera sería el IGA. Serán de 4 polos en las líneas trifásicas y de 2 polos en las monofásicas.

Otras consideraciones

- Según ITC-BT-52, en los puntos de recarga estará permitido un interruptor de hasta 16A de I_n para líneas monofásicas y se protegerá cada punto de conexión individualmente con corte omnipolar y curva C.
- Se estimará la I_n de los magnetotérmicos aguas arriba, aparte de estar comprendida entre I_b e I_z , en función de las intensidades que les llegará a los distintos circuitos aguas abajo.

El cálculo y la determinación de las características de los distintos magnetotérmicos se podrán ver en la siguiente tabla.

Línea	Ib A	Iz A	In A	Ib < In < Iz	Long m	Sección mm ²	Rmín Ω	Icc máx A	PC kA	Curva	Nº de polos
LGA	146,89	193	160	Sí	3	70	0,0015	119259	120	-	-
DI	146,89	193	160	Sí	14	70	0,0087	21046	25	C	4P
Cuadro principal de distribución (CPD)											
C1	39,94	77	63	Sí	40	16	0,1003	1835	6	C	4P
C2	8,59	41	32	Sí	10	6	0,0703	2618	6	C	4P
C3	8,51	41	32	Sí	22	6	0,1423	1293	6	C	4P
MOT	5,86	20	10	Sí	26	1,5	0,6343	290	6	D	4P
F1	14,13	28	16	Sí	14	2,5	0,2047	899	6	C	2P
CDI	2,72	20	6	Sí	3	1,5	0,0703	2618	6	C	2P
A1	4,64	20	10	Sí	29	1,5	0,7063	261	6	C	2P
AE1	0,31	20	6	Sí	34	1,5	0,8263	223	6	C	2P
Cuadro Secundario Almacén (CS1)											
A2	6,96	20	10	Sí	39	1,5	1,0363	178	6	C	2P
AGI	0,06	20	6	Sí	9	1,5	0,3163	582	6	C	2P
AE2	0,46	20	6	Sí	46	1,5	1,2043	153	6	C	2P
AEGI	0,04	20	6	Sí	8	1,5	0,2923	630	6	C	2P
VM1	13,13	38	16	Sí	60	4	0,6403	287	6	D	2P
GI	28,09	41	32	Sí	8	6	0,1483	1241	6	D	4P
F2	14,13	28	16	Sí	13	2,5	0,2875	640	6	C	2P
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)											
A3	0,72	17,5	6	Sí	13	1,5	0,3823	481	6	C	2P
AE3	0,27	17,5	6	Sí	11	1,5	0,3343	550	6	C	2P
VM2	0,32	16,5	6	Sí	24	1,5	0,6463	285	6	D	2P
SM1	8,15	22	16	Sí	7	2,5	0,1768	1040	6	D	2P
SM2	8,15	22	16	Sí	6	2,5	0,1567	1174	6	D	2P
SM3	8,15	22	16	Sí	6	2,5	0,1567	1174	6	D	2P
Cuadro Secundario Oficina (CS3)											
A4	2,94	17,5	6	Sí	14	1,5	0,4783	385	6	C	2P
A5	3,78	17,5	6	Sí	30	1,5	0,8623	213	6	C	2P
AE4	0,33	17,5	6	Sí	12	1,5	0,4303	428	6	C	2P
VM3	1,40	17,5	6	Sí	18	1,5	0,5743	320	6	D	2P
F3	16,30	22	20	Sí	25	2,5	0,5023	366	6	C	2P

Tabla 28. Características de los magnetotérmicos de los circuitos.

1.6.2 Protección contra sobretensiones

Se calcularán las características necesarias de los dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias según la ITC-BT-23. Existen de dos tipos, las producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo y las debidas a conmutaciones en la red, defectos de red, etc.

Sobretensiones por descarga de rayo

Atendiendo a dicha instrucción, se estima que habrá un bajo riesgo, con relación a rayos, en nuestra instalación dado que está alimentada por una red subterránea y la frecuencia de las tormentas al año en el lugar de la nave es de lo más bajo, Figura 2, por lo que no se necesitaría en principio dispositivos de protección de tipo 1.

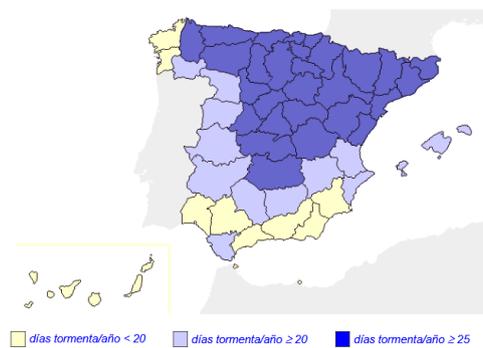


Figura 2. Días de tormentas al año.

Sobretensiones por conmutaciones de red, defectos, etc.

Atendiendo a la ITC-BT-23 y la ITC-BT-52, es obligatorio instalar protectores contra sobretensiones transitorias al tener la nave instalados dos puntos de recarga para vehículos eléctricos y servicios de seguridad (grupo de bombeo contra incendios).

Situaciones	Ejemplos	Requisitos
Línea de alimentación de baja tensión total o parcialmente aérea o cuando la instalación incluye líneas aéreas.	Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias viviendas, etc.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando la vida humana	Los servicios de seguridad, centros de emergencias, equipo médico en hospitales.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando la vida de los animales	Las explotaciones ganaderas, piscifactorías, etc.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando los servicios públicos	La pérdida de servicios para el público, centros informáticos, sistemas de telecomunicación.	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando actividades agrícolas o industriales no interrumpibles	Industrias con hornos o en general procesos industriales continuos no interrumpibles	Obligatorio
Riesgo de fallo afectando las instalaciones y equipos de los locales de pública concurrencia que tengan servicios de seguridad no autónomos	Sistemas de alumbrado de emergencia no autónomos, ascensores, sistemas de extracción de aire, etc.	Obligatorio
Instalaciones en edificios con sistemas de protección externa contra descargas atmosféricas o contra rayos tales como: Pararrayos, puntas Franklin, jaulas de Faraday instalados en el mismo edificio	Todas las instalaciones, ya sean industriales, terciarias, viviendas, etc.	Obligatorio según CTE-SUA: Sección 8 y Anejo B
Las instalaciones para la recarga de vehículos eléctricos cubiertas por la ITC-BT-52	Instalaciones de recarga de vehículos eléctricos.	Obligatorio

Tabla 29. Instalación obligatoria de dispositivos de sobretensión transitoria (según situación).

Para elegir los dispositivos, deberemos tener en cuenta los tipos de material en la instalación según:

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				

Tabla 30. Tensión soportada a impulsos de los equipos y materiales (según categoría).

Y según la norma UNE-EN 61643-11 existen 3 tipos de protectores de sobretensión transitoria denominados: Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3. Sus características son:

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Capacidad de absorción de energía	Muy alta - Alta	Media - Alta	Baja
Rapidez de respuesta	Baja - Media	Media - Alta	Muy alta
Origen de la sobretensión	Impacto directo de rayo	Sobretensiones de origen atmosférico y conmutaciones, conducidas o inducidas	

Tabla 31. Tipos de protectores contra sobretensión transitoria.

A la hora de elegir los dispositivos, habrá que tener en cuenta que su U_p sea inferior o igual como máximo a la U_p según la categoría del material a proteger. Los dispositivos además deben ser fabricados para su uso en instalaciones con esquema de puesta a tierra TT. En la siguiente tabla se podrán ver las características en base a cuáles elegir el dispositivo y donde se instalarán en función de lo que se ha considerado puntos más importantes y otros por obligatoriedad por normativa (ITC-BT-52, puntos de recarga).

Circuitos	Categoría	Tipo	U_p máx [V]	Polos
Cuadro principal de distribución (CPD)				
CDI Línea a central de detección y alarma incendios	1	3	1,5	2P
F1 Línea punto de recarga 1	3	2	4	2P
Cuadro Secundario Almacén (CS1)				
F2 Línea punto de recarga 2	3	2	4	2P
G1 Línea grupo incendios	3	2	4	4P
Cuadro Secundario Oficina (CS3)				
F3 Línea a tomas de fuerza de esta área	3	3	4	2P

Tabla 32. Dispositivos de protección contra sobretensiones a emplear.

1.6.3 Protección contra contactos indirectos

Los parámetros necesarios para su elección en función del circuito son la intensidad nominal, la sensibilidad y el tipo de interruptor.

Intensidad nominal

- Será igual o superior a la del magnetotérmico más grande que tenga conectado. No es necesario sumar todas las corrientes de todos los magnetotérmicos conectados al mismo dado que el coeficiente de simultaneidad de los receptores es inferior a 1 y se tomará también en cuenta las intensidades de cálculo I_b y cuánto podría demandar el circuito o conjunto de ellos.

Las intensidades nominales estándar para estos dispositivos vienen en la siguiente tabla:

Valores de I_n(A) normalizados para interruptores diferenciales							
10	16	25	40	63	80	100	125

Tabla 33. Valores estándar de la Intensidad Nominal en diferenciales.

Sensibilidad

Es el valor de intensidad de fuga que puede leer el dispositivo y actuar en consecuencia si se supera cortando la alimentación del circuito al que protege.

- La sensibilidad considerada para los distintos receptores es de 30 mA y de 300 mA para los que protegen los cables que conectan los cuadros secundarios al principal.

Otras consideraciones

- Se agruparán varios circuitos en los cuadros secundarios para un solo disyuntor (5 es el máximo por cada uno según REBT).

No se considera necesario un diferencial para el circuito

- Serán del tipo AC dado que las cargas de los circuitos en la presente nave son de propósito general (la instalación trabaja con una energía suministrada a una frecuencia de 50 Hz y corriente alterna).

- Una excepción a lo anterior, es que se usará un DDR de tipo A para cada línea de los puntos de recarga según ITC-BT-52.

La tabla siguiente refleja la distribución de estos y las demás características.

Línea	Ib A	Iz A	In magn. A	In diferencial A	Sens, mA	Clase	Nº de polos
Cuadro principal de distribución (CPD)							
C1	39,94	77	63	80	300	AC	4P
C2	8,59	41	32	40	300	AC	4P
C3	8,51	41	32	40	300	AC	4P
MOT	5,86	20	10	16	30	AC	4P
F1	14,13	28	16	25	30	A	2P
CDI	2,72	20	6				
A1	4,64	20	10	16	30	AC	2P
AE1	0,31	20	6				
Cuadro Secundario Almacén (CS1)							
A2	6,96	20	10				
AE2	0,06	20	6	16	30	AC	2P
AGI	0,46	20	6				
AEGI	0,04	20	6				
VM1	13,13	38	16	25	30	AC	2P
GI	28,09	41	32	40	30	AC	4P
F2	14,13	28	16	25	30	A	2P
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)							
A3	0,72	17,5	6				
AE3	0,27	17,5	6	10	30	AC	2P
VM2	0,32	16,5	6				
SM1	8,15	22	16				
SM2	8,15	22	16	32	30	AC	2P
SM3	8,15	22	16				
Cuadro Secundario Oficina (CS3)							
A4	2,94	17,5	6				
A5	3,78	17,5	6				
AE4	0,33	17,5	6	32	30	AC	2P
VM3	1,40	17,5	6				
F3	16,30	22	20				

Tabla 34. Características de los diferenciales y las líneas que protegen.

1.6.4 Puesta a tierra

Atendiendo a la ITC-BT-26, en toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima según se indica en la ITC-BT-18, formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo se le conectarían electrodos verticalmente hincados en el terreno en caso de necesidad de disminuir la resistencia de tierra si con el anillo no es suficiente.

Sección

En primer lugar, la sección la proporciona la siguiente tabla de la ITC-BT-18.

Tipo de electrodo		Dimensión mínima
Picas	barras	$\varnothing \geq 14,2 \text{ mm}$ (acero-cobre 250 μ) $\varnothing \geq 20 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	perfiles	Espesor $\geq 5 \text{ mm}$ y Sección $\geq 350 \text{ mm}^2$
	tubos	$\varnothing_{\text{ext}} \geq 30 \text{ mm}$ y Espesor $\geq 3 \text{ mm}$
Placas	rectangular	1 m x 0,5 m Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre); Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
	cuadrada	1 m x 1 m Espesor $\geq 2 \text{ mm}$ (cobre); Espesor $\geq 3 \text{ mm}$ (acero galvanizado 78 μ)
Conductor desnudo		35 mm ² (cobre)

Tabla 35. Dimensiones mínimas recomendadas para los electrodos de puesta a tierra.

Como se hará la puesta a tierra mediante un conductor desnudo, su sección será de 35 mm² con conductor de cobre.

Cálculo de la resistencia de tierra

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

- R_a : suma de las resistencias de la toma de tierra y los conductores de protección de masas.
- I_a : corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo es un DDR, la corriente es la diferencial residual asignada.
- U : tensión de contacto límite convencional (50V para locales secos, 24V para locales húmedos).

Para calcular la resistencia asociada a cada diferencial, despejamos R_a en la expresión anterior quedando así:

$$R_a = U / I_a$$

Se considerará 24 V para locales húmedos para ser más conservadores con el cálculo y asegurarnos una buena protección en este aspecto (y los 30-300 mA de sensibilidad de los interruptores diferenciales).

$$R_a = 24 / 0,03 = 800$$

$$R_a = 24 / 0,3 = 80$$

80 y 800 ohm son la máxima resistencia que se debería poner a tierra en función de esas líneas protegidas con DDR con esos valores de sensibilidad. Pero en la práctica se trabajará con menos de forma que se protejan a las personas de manera más segura.

Según el reglamento, se considera 37 ohm como máximo la resistencia que debe tener la PAT, al ser un edificio sin pararrayos (justificación en el apartado 1.6.5 de este anexo).

Se comprobará si el electrodo escogido tiene una resistencia de 37 ohm como máximo. Dicha resistencia depende de:

a) Resistividad del terreno:

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 36. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno.

Consideraremos para nuestro caso, suelo pedregoso cubierto de césped = 500 Ohm.m.

b) Forma del electrodo:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Tabla 37. Fórmulas para estimare la resistencia de tierra.

Se usará la expresión del conductor enterrado horizontalmente.

$$R = (2 * \rho) / L$$

c) Dimensiones del electrodo:

La longitud del anillo alrededor de la nave es:

$$L = 2 * 17 + 2 * 47 = 128 \text{ m.}$$

La resistencia proporcionada por dicho anillo es:

$$R = (2 * 300) / 128 = 7,81 \rightarrow 8 \text{ Ohm}$$

Como $8 \text{ Ohm} < 37 \text{ Ohm}$, el anillo nos proporciona una resistencia de tierra adecuada y no será necesario instalar picas o placas enterradas para reducir la resistencia.

Para comprobarlo, podemos hacer el siguiente cálculo y comparar:

$$I_a * R_a < U$$

$$0,03 \text{ A} * 24 \text{ Ohm} = 0,72 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

$$0,3 \text{ A} * 24 \text{ Ohm} = 7,2 \text{ V} < 24 \text{ V}$$

1.6.4.1 Sección conductores de protección

Se hallará en función de la tabla siguiente atendiendo a la ITC-BT-18.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sección mínima de los conductores de protección $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 38. Sección conductores de protección en función de las fases.

Nota: en todos los casos los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- i) 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- ii) 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

No aplicable en este caso dado que todos los circuitos van entubados junto a los conductores de protección.

Otras consideraciones

- No se instalarán conductores de protección en el alumbrado de emergencia dado que son de clase II los usados en este alumbrado y no es obligatorio para estos receptores (ITC-BT-43 y 44).

- En las líneas que unen los cuadros secundarios con el principal, los distintos conductores de protección convergerán en uno singular para luego llevarlo al cuadro principal y de allí a tierra. La sección del nuevo conductor de protección será igual a la fase de las derivaciones del cuadro principal a cuadros secundarios. Salvo la línea GI al ser de tensión nominal distinta. Irá aparte hasta el borne de tierra en el cuadro principal.

- Para las líneas de los puntos de recarga, la línea de tomas generales, la línea del grupo de incendio y la línea que alimenta a la central de detección y alarma de incendios, la sección del conductor será en función de la tabla de la guía de la ITC-BT-23, apartado D, al usarse dispositivos contra sobretensiones en dichas líneas (2,5mm² para dispositivo tipo 3, 4mm² para tipo 2, mínimo).

En la tabla siguiente veremos los conductores de protección y su sección en las diferentes líneas de la instalación.

Circuitos		Sf	Sp
		mm²	mm²
Cuadro principal de distribución (CPD)			
C1	Línea hacia CS1	16	16
C2	Línea hacia CS2	6	6
C3	Línea hacia CS3	6	6
MOT	Líneas motores puertas	1,5	1,5
F1	Línea punto de recarga 1	2,5	4
CDI	Línea a central de detección y alarma incendios	1,5	2,5
A1	Alum convencional almacén	1,5	1,5
Cuadro Secundario Almacén (CS1)			
A2	Alum convencional almacén	1,5	1,5
AGI	Alum grupo incendios	1,5	1,5
VM1	Línea extractores del almacén	2,5	2,5
GI	Línea grupo incendios	6	6
F2	Línea punto de recarga 2	2,5	4
Cuadro Secundario Vestuario (CS2)			
A3	Alum convencional de aseos, pasillos sec, vest.	1,5	1,5
VM2	Línea a ventilación mecánica aseos, vestuario	1,5	1,5
SM1	Línea a secamanos aseo I	2,5	2,5
SM2	Línea a secamanos aseo II	2,5	2,5
SM3	Línea a secamanos vestuario	2,5	2,5
Cuadro Secundario Oficina (CS3)			
A4	Línea alumbrado recepción, oficina, pasillo principal	1,5	1,5
A5	Línea alumbrado reuniones, despacho, archivos	1,5	1,5
VM3	Línea a ventilación a oficina y demás zonas	1,5	1,5
F3	Línea a tomas de fuerza de esta área	2,5	2,5

Tabla 39. Sección de los conductores de protección de los circuitos.

Donde:

- Sf = sección de las fases
- Sp = sección de los conductores de protección

1.6.5 Justificación edificio sin pararrayos

Atendiendo al documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad del CTE, sección SUA 8 (seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo), se establece la necesidad de un pararrayos en caso de que $N_e > N_a$.

N_e o número de impactos al año, se determina de la siguiente forma:

$$N_e = N_g * A_e * C_1 * 10E-6 \text{ [nº impactos/año]}$$

Donde:

- N_g : densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año,km²), obtenida de la siguiente imagen:

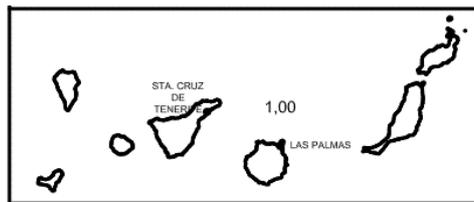


Figura 3. Densidad de impactos de rayos en Canarias.

- A_e : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla siguiente.

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 40, Coeficiente según entorno.

Mientras que N_a o riesgo admisible, se determina a través de la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Donde:

- C_2 : coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla siguiente.

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 41. Coeficiente según construcción.

- C3: coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla siguiente.

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 42. Coeficiente según contenido del edificio.

- C4: coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla siguiente.

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 43. Coeficiente según uso del edificio.

- C5: coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla siguiente.

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 44. Coeficiente según actividad del edificio.

Datos obtenidos:

- $N_g = 1$
- $H = 10$
- $A_e = (45 + 3 \cdot 10 \cdot 2) \cdot (15 + 3 \cdot 10 \cdot 2) = 7875$
- $C_1 = 0,5$
 - $N_e = 1 \cdot 7875 \cdot 0,5 \cdot 10E-6 = 0,0039$
- $C_2 = 1$
- $C_3 = 1$
- $C_4 = 1$
- $C_5 = 1$
 - $N_a = (5,5 \cdot 10E-3) / 1 = 0,0055$

$N_e = 0,0039 < N_a = 0,005 \rightarrow$ por lo que no se necesita pararrayos para este recinto.

1.7 Grupo Electrónico

Se instalará un grupo electrónico para cubrir la potencia instalada al haber servicios de seguridad alimentados por electricidad y de paso servirá para cubrir la instalación completa en caso de fallo de red.

El dimensionamiento del cableado se hará atendiendo a la norma UNE-HD 60364-5-52: 2014. Se instalará bajo tubo en montaje superficial, método de instalación tipo B1 con cables unipolares y aislamiento XLPE. Con conductor de cobre.

Se calculará como se ha descrito en el apartado 1.4.1 de este anexo, salvo que se supondrá el caso más desfavorable para el cálculo de la caída de tensión.

$$C \text{ cobre (20°C)} = 44 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m (valor más restrictivo)}$$

Potencia del grupo

Potencia instalada nave = 38.991 W

Fdp GE = 0,8

Potencia mínima GE = 40.000 W (valor normalizado en el mercado)

Potencia aparente GE = 40.000 / 0,8 = 50.000 VA

Dimensionamiento del cable

Tensión [V]	f.d.p.	Ib [A]	Iz [A]	Sección [mm ²]	Cond.	Longitud [m]	e (%)	e máx (%)
400	0,8	72,17	100	3x25+1x25	Cu	36	0,58	1,5

Tabla 45. Características de la línea del GE

Protecciones

Los GE vienen con protección magnetotérmica y diferencial propios.

PAT

Se considerará lo dispuesto en el apartado 1.6.4 de este anexo. En este caso, se utilizarán picas verticales como electrodo y se deberá conseguir una resistencia inferior a 37 ohm.

$$R = \rho / (n * L)$$

Donde:

ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) = 500 Ohm.m

L, longitud de la pica o del conductor (m) = 2 m

R = 37 oh

Averiguamos el número de picas necesarias mediante $n > \rho / (R * L)$

$$n > 6,76$$

Por lo que serán necesarias 7 picas verticales de 2 m de longitud.

Índice de tablas.

Tabla 1. Potencia prevista de la instalación.	2
Tabla 2. Luminarias convencionales de la nave.	4
Tabla 3. Luminarias de emergencia de la nave.	4
Tabla 4. Dispositivos de ventilación mecánica de la nave.	5
Tabla 5. Potencia de la instalación receptora.	7
Tabla 6. Puntos de luz por circuito, alumbrado convencional.	9
Tabla 7. Puntos de luz por circuito, alumbrado de emergencia.	9
Tabla 8. TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014), Métodos de instalación de referencia. 12	
Tabla 9. TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014), intensidad admisible y sección conductor.	12
Tabla 10. Valores de la resistividad y del coeficiente de temperatura de los conductores más utilizados.	14
Tabla 11. Sección mínima acometidas según potencia.	16
Tabla 12. Intensidades máximas admisibles en cables XLPE, Al, bajo tubo.	16
Tabla 13. Coeficiente corrector para distintas profundidades de soterramiento.	16
Tabla 14. Características técnicas de la acometida.	16
Tabla 15. Características técnicas de la LGA.	18
Tabla 16. Características técnicas de la DI.	18
Tabla 17. Intensidad admisible y sección de los circuitos.	19
Tabla 18. Caída de tensión en los circuitos.	20
Tabla 19. Distribución de las cargas según fase.	22
Tabla 20. Diámetros exteriores mínimos de los tubos fijos en superficie.	23
Tabla 21. Diámetros mínimos tubos fijos en superficie de los circuitos.	24
Tabla 22. Diámetros exteriores mínimos de los tubos empotrados en pared.	24
Tabla 23. Diámetros mínimos tubos empotrados en pared de los circuitos.	25
Tabla 24. Intensidades Nominales normalizadas de fusibles.	26
Tabla 25. Características de los fusibles.	26
Tabla 26. Valores estándar de la Intensidad Nominal (magnetotérmicos).	27
Tabla 27. Valores estándar del Poder de Corte.	27
Tabla 28. Características de los magnetotérmicos de los circuitos.	28
Tabla 29. Instalación obligatoria de dispositivos de sobretensión transitoria (según situación). 29	
Tabla 30. Tensión soportada a impulsos de los equipos y materiales (según categoría).	30
Tabla 31. Tipos de protectores contra sobretensión transitoria.	30
Tabla 32. Dispositivos de protección contra sobretensiones a emplear.	30
Tabla 33. Valores estándar de la Intensidad Nominal en diferenciales.	31
Tabla 34. Características de los diferenciales y las líneas que protegen.	32
Tabla 35. Dimensiones mínimas recomendadas para los electrodos de puesta a tierra.	33
Tabla 36. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno.	34
Tabla 37. Fórmulas para estimare la resistencia de tierra.	34
Tabla 38. Sección conductores de protección en función de las fases.	35
Tabla 39. Sección de los conductores de protección de los circuitos.	36
Tabla 40. Coeficiente según entorno.	37
Tabla 41. Coeficiente según construcción.	38
Tabla 42. Coeficiente según contenido del edificio.	38
Tabla 43. Coeficiente según uso del edificio.	38
Tabla 44. Coeficiente según actividad del edificio.	38

Tabla 45. Características de la línea del GE..... 39

Índice de figuras.

Figura 1. Esquema para una única centralización de contadores.	17
Figura 2. Días de tormentas al año.	29
Figura 3. Densidad de impactos de rayos en Canarias.	37



Anexo II – Justificación PCI

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice – Anexo II

2. Protección contra incendios.....	3
2.1 Objeto del Proyecto	3
2.2 Normativa.....	3
2.3 Establecimiento.....	3
2.3.1 Compatibilidad reglamentaria	3
2.4 Características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno	4
2.5 Sectorización del establecimiento	4
2.6 Datos de partida y metodología de cálculo del nivel de riesgo intrínseco	5
2.7 Cálculo del nivel de riesgo intrínseco.....	8
2.8 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de la nave industrial	9
2.8.1 Introducción	9
2.8.2 Sistemas automáticos de detección de incendio	10
2.8.3 Alarmas de incendio manuales.....	11
2.8.4 Comunicación de alarma.....	11
2.8.5 Abastecimiento de agua contra incendios.....	12
2.8.6 Hidrantes exteriores.....	12
2.8.7 Extintores de incendio.....	13
2.8.8 Bocas de incendio equipadas (BIE).....	15
2.8.9 Columna seca	15
2.8.10 Rociadores automáticos de agua	16
2.8.11 Agua pulverizada	16
2.8.12 Espuma física	16
2.8.13 Extinción por polvo.....	17
2.8.14 Extinción por agentes extintores gaseosos.....	17
2.8.15 Alumbrado de emergencia.....	17
2.8.16 Señalización.....	18
2.9 Dimensionado del ABA.....	18
2.9.1 Caracterización del sistema de incendio.....	18
2.9.2 Caudal requerido.....	20
2.9.3 Diámetro de las tuberías	20
2.9.4 Cálculo de las pérdidas de carga primarias y secundarias	22
2.9.5 Presión de suministro.....	24

2.9.6 Elección del equipo contra incendios.....	25
2.9.7 Depósito de cebado	25
2.9.8 Depósito de agua.....	26
2.10 Evacuación de los establecimientos industriales.....	27
2.10.1 Ocupación.....	27
2.10.2 Otros conceptos	27
2.10.3 Recorridos de evacuación	29
2.10.4 Dimensiones de los elementos de evacuación	29
Índice de tablas	30

2. Protección contra incendios

2.1 Objeto del Proyecto

El objeto de este capítulo es la justificación de las instalaciones contra incendios que se ha decidido emplear en la presente nave industrial.

2.2 Normativa

Se aplicará la siguiente normativa:

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Y su guía de aplicación.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y su guía de aplicación.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Norma UNE 23500:2018
- Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI)

2.3 Establecimiento

El lugar de desarrollo de la actividad del presente proyecto da lugar en una nave industrial que utilizará la empresa editorial para almacenar y distribuir los libros.

Según el artículo 2 ámbito de aplicación del RSCIEI, el presente establecimiento cae en la categoría de almacenamientos industriales dado que por definición se trata de un recinto que se dedica a albergar productos, libros en este caso, y por lo tanto se debe aplicar este reglamento a la hora de diseñar sus instalaciones de protección contra incendios.

La nave industrial consta de la zona de almacenamiento, que es la mayor parte, y una zona administrativa que gestiona la actividad. Ambas actividades se consideran una sola, bajo una misma licencia de almacenamiento y distribución de material. El titular es la empresa distribuidora editorial de libros que estará operando en la misma nave.

Los establecimientos industriales se caracterizan por dos aspectos. Su configuración y ubicación con relación a su entorno y su nivel de riesgo intrínseco que se expondrá a continuación.

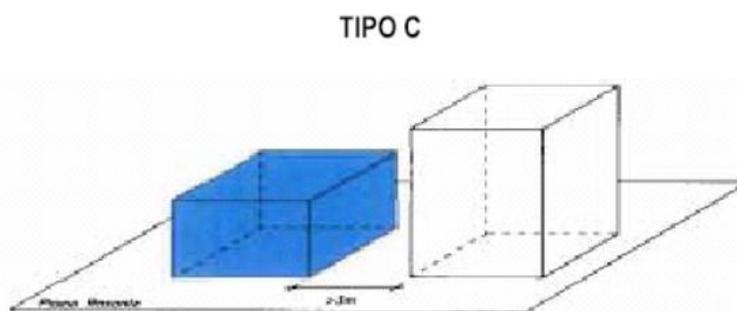
2.3.1 Compatibilidad reglamentaria

Para ambas zonas de la nave industrial, la zona de oficinas y la de almacenamiento, se aplicará el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos

Industriales dado que la superficie construida para la zona administrativa de la nave no supera 250 m² (142,6 m² en nuestro caso) siguiendo las instrucciones del artículo 3 del propio reglamento.

2.4 Características del establecimiento industrial por su configuración y ubicación con relación a su entorno

Al tratarse de un edificio ocupado por un solo titular, la empresa distribuidora de libros, y bajo una sola licencia de actividad, almacenamiento y distribución, el establecimiento es una configuración de tipo C según el RSCIEI y su Guía Técnica de Aplicación.



Configuración Tipo C

El establecimiento se encuentra en un solo edificio, una nave industrial en una parcela, y está a más de tres metros de distancia del edificio más próximo, separados por un muro que limita la edificación. No hay nada que obstaculice esta zona.

Por lo tanto, se cumple la condición establecida en el reglamento al ser una vía libre de mercancías o elementos intermedios combustibles susceptibles a un incendio.

2.5 Sectorización del establecimiento

Cada configuración existente de los establecimientos industriales constituye una o varias zonas denominadas “sectores” o “áreas de incendio” dependiendo del tipo.

Para la configuración particular que nos concierne, tipo C, constituye uno o varios “sectores de incendio”. El sector de incendio se define como el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante un tiempo (que depende de la configuración).

El artículo 3 del RSCIEI también define al sector incendio de la siguiente manera: “Se entiende por sector de incendios independiente aquél al que se accede desde el espacio exterior seguro o a través de un vestíbulo de independencia.”

Y atendiendo al anexo II del reglamento, apartado 2 (sectorización de los establecimientos industriales), la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será la que se indica en la tabla siguiente:

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	NO ADMITIDO	(3)	(3)(4)
6		2000	3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Tabla 1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Por lo tanto, teniendo en cuenta lo explicado y que la superficie total construida de nuestra nave es de 675 m², podemos concluir que no hay necesidad de sectorizar el establecimiento con sectores adicionales y la nave entera puede considerarse como un único sector de incendio al ser la superficie construida menor a cualquier límite impuesto en la tabla anterior de la columna “Tipo C”, a pesar de no disponer del nivel de riesgo intrínseco que se calculará en apartados siguientes.

En este único sector, distinguiremos las actividades de almacenamiento (almacén) por un lado y las de producción (oficina) por otro. La sala de bombas contra incendio del almacén contará como parte del almacén para facilitar el cálculo.

2.6 Datos de partida y metodología de cálculo del nivel de riesgo intrínseco

Para calcular el nivel de riesgo intrínseco haremos uso de las expresiones de las densidades de carga de fuego y serán distintas según el tipo de actividad realizada en cada sector (actividades de almacenamiento y actividades distintas de almacenamiento u oficinas).

Las fórmulas a emplear son las siguientes:

- Actividades distintas al almacenamiento (zona administrativa en nuestro caso)

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde:

- Q_s = densidad de carga de fuego del sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m²
- q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en MJ/m² o Mcal/m²
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la

combustibilidad) de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio

- Si = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, qsi diferente, en m²
- Ra = coeficiente adimensional que corrige la peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, m²
- Actividades de almacenamiento (zona de almacenamiento de los libros)

$$Q_s = \frac{\sum_{i=1}^n q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

donde Q_s, C_i, R_a y A tienen el mismo significado que en la fórmula anterior.

- q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en MJ/m³ o Mcal/m³
- h_i = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m
- s_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en m²

Para averiguar los coeficientes R_a y C_i necesarios según la actividad, podremos hacer uso del Catálogo CEA de productos y mercancías. A continuación, se mostrarán las tablas desde donde obtendremos estos parámetros:

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento			C _i (valores orientativos)	
	q _v		R _a	q _v		R _a	Fabric.	Almac.
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³			
Metales preciosos	200	48	1				1,0	
Metales, manufacturas en general	200	48	1				1,0	
Metálicas, grandes construcciones	80	19	1				1,0	
Minerales	40	10	1				1,0	
Mostaza	400	96	1				1,0	
Motocicletas	300	72	1				1,3	
Motores eléctricos	300	72	1				1,0	
Muebles de acero	300	72	1				1,0	
Muebles de carga con mercancías	800	192	1,5				1,3	1,3
Muebles de madera	500	119	1,5	800	192	1,5	1,6	
Muebles de madera, barnizado	500	119	1,5				1,3	
Muebles, barnizado de	200	48	1,5				1,3	
Muebles, carpintería	600	144	1,5				1,3	1,3
Muebles, tapizado sin espuma sintét.	500	119	1,5				1,3	
Muebles, venta	400	96	1,5				1,3	
Muecos	300	72	1				1,6	
Municiones	Especial	Especial	Especial	4.500	1.082	2	1,3	
Música, tienda de	300	72	1				1,3	
Negro de humo, en sacos				12.600	3.029	2		1,3
Neumáticos	700	168	1,5	1.800	433	2	1,3	1,3
neumáticos de automóviles	700	168	1,5	1.500	361	2	1,3	1,3
Nitrocelulosa			Especial	1.100	264	2	1,6	1,3
Oficinas comerciales	800	192	1,5				1,3	

Tabla 2. Parámetros para la densidad de carga de fuego según actividad (Oficina)

Se ha considerado “oficinas comerciales” como actividad principal y única en el sector de incendio de la zona administrativa según la tabla anterior.

Los datos de interés que podemos sustraer son los de la columna de “Fabricación y venta” y la columna de los valores orientativos del C_i.

- q_s = 800 MJ/m²

- $R_a = 1,5$
 - $C_i = 1,3$
- Otras consideraciones para el sector de la oficina:
- Se incluirán todas las áreas de la misma: vestuario, aseos, pasillos, despacho, sala de reuniones, sala de archivos y sala de recepción.

A continuación, averiguaremos los datos necesarios para el cálculo en la zona del almacenamiento a partir de la siguiente tabla, también del mismo catálogo.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento			C_i (valores orientativos)	
	q_v			q_u			Fabric.	Almac.
	MJ/m^2	$Mcal/m^2$	R_a	MJ/m^3	$Mcal/m^3$	R_a		
Paja, embalajes de	400	96	1,5				1,3	
Paletas de madera	1.000	240	2	1.300	313	2	1,3	1,0
Pasillos	500	119	1,5				1,3	
Panaderías industriales	1.000	240	1,5				1,3	
Panaderías, almacenes	300	72	1				1,3	
Panaderías, laboratorios y hornos	200	48	1				1,0	
Paneles de corcho	500	119	1,5				1,3	
Paneles de madera aglomerada	300	72	1,5	6.700	1.611	2	1,3	1,3
Paneles de madera contrachapada	800	192	1,5				1,3	
Papel	200	48	1	10.000	2.404	2	1,3	1,0

Tabla 3. Parámetros para la densidad de carga de fuego según actividad (Papel)

Se ha considerado como actividad principal y única en el sector de incendio del almacenamiento el “Papel” según la tabla anterior.

Los datos de interés que podemos sustraer son los de la columna de “Almacenamiento” y la columna de los valores orientativos del C_i .

- $q_v = 10\ 000\ MJ/m^3$
- $R_a = 2$
- C_i (almacenamiento) = 1,0

Otras consideraciones para el sector de almacenamiento:

- Para este sector en concreto, se considerará que el 90% de su superficie es útil, entendiéndose por útil como la zona a ocupar por las estanterías y la mercancía. Mientras que el 10% será la superficie ocupada por las diferentes vías de circulación del almacén.
- La altura de almacenaje, h_i , se refiere a la altura neta de producto considerado, y no tiene por qué corresponderse con la real necesaria por las estanterías que lo contienen. En este caso supondremos que la altura de las estanterías junto con los distintos largueros que las forman será de 5 metros y la mercancía almacenada ocupará una altura hasta dicho límite.

Como se ha considerado un solo sector de incendio, podremos simplificar el cálculo mediante la combinación de las expresiones anteriormente descritas en una sola para calcular la densidad de carga de fuego de todo el establecimiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i + \sum_j q_{vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

- Otras consideraciones:

- El reglamento indica que cuando existan varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (R_a) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.
- En este caso, este criterio será aplicable debido a que la actividad de mayor riesgo es la del almacenamiento y es la zona con más superficie de la nave con alrededor del 78% mientras que el 22% restante es la zona administrativa.
Por lo tanto, $R_a = 2$

Tras averiguar el nivel de densidad de carga de fuego total, haremos uso de la siguiente tabla que nos proporciona el reglamento mediante la cual podremos definir el nivel de riesgo intrínseco del edificio.

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	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 4. Nivel de riesgo intrínseco según densidad de carga de fuego

2.7 Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

En primer lugar, se mostrará un resumen de los datos necesarios para los cálculos que se han establecido en el apartado anterior en la siguiente tabla:

Sector	Actividad	qs [MJ/m2]	Si [m2]	Ai [m2]	Ci	Ra	
Oficina	Oficina comercial	800	143,4	143,4	1,3	1,5	
Sector	Actividad	qv [MJ/m3]	si [m2]	Ai [m2]	Ci	Ra	hi [m]
Almacén	Papel	10000	457,10	507,89	1	2	5
				A [m2]			
				651,29			

Tabla 5. Datos para el cálculo de las densidades de carga de fuego

Calculamos la densidad de carga de fuego del sector.

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i + \sum_j q_{vj} C_j h_j S_j}{A} R_a$$

$$Q_s \text{ nave} = [(800 * 143,4 * 1,3 + 10\ 000 * 1 * 5 * 457,1) * 2] / 675$$

$$Q_s \text{ nave} = 68\ 160 \text{ MJ/m}^2$$

Atendiendo a la tabla 4:

El nivel de riesgo intrínseco de nuestra nave industrial es “ALTO 8” dado que $Q_s = 71.028,38 \text{ MJ/m}^2 > 13\ 600 \text{ MJ/m}^2$

2.8 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de la nave industrial

2.8.1 Introducción

El objeto de este apartado es establecer la Protección Activa Contra Incendios, atendiendo al Anexo III del RSCIEI.

La función específica de la protección activa contra incendios es la detección, control y extinción del incendio. Esto se consigue a través de una lucha directa contra el mismo y mediante la facilitación de la evacuación de personas.

Para lograr esos objetivos, se deberán instalar una serie de sistemas, dispositivos y elementos en la nave industrial. Estos sistemas de protección dependerán de tres factores principalmente.

- Configuración del edificio del sector de incendio
- Nivel de riesgo intrínseco correspondiente
- Superficie de dicho sector.

Además, todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo establecido en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo.

También tendrán que cumplir la Directiva Europea de Productos de la Construcción desarrollada a través del Real Decreto 1630/92 y posteriores resoluciones. En estas

resoluciones se recogen las referencias de normas armonizadas, periodos de coexistencia y entrada en vigor del mercado CE.

A continuación, se nombrarán los distintos aparatos, equipos, sistemas y componentes del Anexo III y se justificará su uso o su no uso.

Nota: se considerará que la actividad de la nave en su conjunto es la de almacenamiento a la hora de elegir los dispositivos necesarios para la protección contra incendios al tener la mayor superficie, la mayor densidad de carga de fuego, al definir un único sector de incendio y al ser de por sí, el propósito principal de la nave industrial del presente proyecto.

2.8.2 Sistemas automáticos de detección de incendio

Las condiciones para la instalación de estos sistemas en establecimientos con actividades de almacenamiento son, si:

- Edificios tipo A y superficie total construida ≥ 150 m².
- Edificios tipo B, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 1.000 m².
- Edificios tipo B, NRI = ALTO y superficie total construida ≥ 500 m².
- Edificios tipo C, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 1.500 m².
- Edificios tipo C, NRI = ALTO y superficie total construida ≥ 800 m².

Teniendo en cuenta las condiciones requeridas y las características de la nave (675 m², tipo C, NRI = ALTO), no es necesaria la instalación de este sistema en la presente nave.

Sin embargo, se ha decidido instalar unos detectores ópticos de humo en el área de almacenamiento al considerarse una zona crítica dado el tipo de material que almacena.

Detectores ópticos de humo:

Basándonos en la siguiente tabla (tabla A.2 de la norma UNE 23007-14 sistemas de detección y alarma de incendios) podremos estimar cuantos detectores habría de instalar en el almacén.

Superficie del local (S _L)	Altura del local (h)	Superficie máxima de vigilancia (S _V) y Distancia máxima entre detectores (S _{máx.})					
		INCLINACIÓN DEL TECHO					
		i < 15°		15° < i < 30°		i > 30°	
		PENDIENTE DEL TECHO					
p ≤ 0,2679		0,2679 < p ≤ 0,5774		p > 0,5774			
m ²	m	S _V (m ²)	S _{máx.} (m)	S _V (m ²)	S _{máx.} (m)	S _V (m ²)	S _{máx.} (m)
S _L ≤ 80	h ≤ 12	80	11,40	80	13,00	80	15,10
S _L > 80	h ≤ 6	60	9,90	80	13,00	100	17,00
	6 < h ≤ 12	80	11,40	100	14,40	120	18,70

Tabla 6. Distribución de los detectores de humo.

- Superficie almacén = 507,89 m²
- Altura del local, h = 10 m

- Inclinación del techo, $i < 15^\circ$
- $S_v (m^2) = 80 m^2 \rightarrow$ cada detector cubrirá esta área como máximo

Nº de detectores de humo = $507,89 m^2 / 80 m^2 = 6,34 \rightarrow 7$ uds de detectores ópticos

No se instalarán en la zona administrativa dado que este sistema solo lo instalamos como un complemento extra a criterio propio y solo se ha considerado el almacén como punto más crítico.

2.8.3 Alarmas de incendio manuales

Las condiciones para la instalación de estos sistemas en establecimientos con actividades de almacenamiento son, si:

- Su superficie total construida $\geq 800 m^2$.
- No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Se cumple la segunda condición, por lo tanto, no sería necesaria la instalación de este sistema. Pero como el anterior sistema se consideró como algo recomendable y opcional mientras que este sería el básico y obligatorio, se instalará de igual forma como si no se tuviera en cuenta el anterior. Además, la superficie de la nave no dista mucho de la superficie requerida en una de las condiciones ($800 m^2$, la nave tiene $675 m^2$).

2.8.3.1 Pulsadores de alarma

Estos pulsadores se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto que deba ser considerado como origen de evacuación, hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 m.

- Deberán situarse en las rutas de salida de emergencia,
- Serán claramente visibles, fácilmente identificables y accesibles.
- Los pulsadores se situarán de manera que la parte superior del dispositivo quede a una altura entre 80 cm y 120 cm.

2.8.4 Comunicación de alarma

Condición para su instalación según el reglamento:

- 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 $\geq 10.000 m^2$.

Teniendo en cuenta esta condición, en el caso del presente proyecto no se dotaría con la instalación de este sistema dado que la superficie construida de la nave = $675 m^2 < 10.000 m^2$.

Sin embargo, al igual que con el sistema automático de detección de incendios, se ha considerado que sería conveniente instalar este sistema para una mayor seguridad debido al material que se almacena, la gran cantidad del mismo y el valor tan elevado de la densidad de carga de fuego obtenido.

2.8.5 Abastecimiento de agua contra incendios

Se instalará este sistema si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

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

En la presente nave se instalarán bocas de incendio equipadas, por lo que es necesario instalar un sistema de abastecimiento de agua. En el apartado 2.9 de este mismo Anexo se dimensionará el ABA requerido.

2.8.6 Hidrantes exteriores

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

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

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

Tabla 7. Instalación de hidrantes según riesgo intrínseco

Teniendo en cuenta las condiciones, la instalación de este sistema no procede en este proyecto dado que la superficie de la nave es de 675 m² (inferior a las superficies mínimas requeridas para establecimientos de tipo C, 2000 m² o 3500 m²) ni tampoco se exige en el artículo 1 para un proyecto de este tipo.

2.8.7 Extintores de incendio

El reglamento indica que se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, sin necesidad de una condición para ello.

Los agentes extintores deben ser adecuados para cada una de las clases de fuego normalizadas, según la norma UNE-EN 2:

- Clase A: Fuegos de materiales sólidos, generalmente de naturaleza orgánica, cuya combinación se realiza normalmente con la formación de brasas.
- Clase B: Fuegos de líquidos o de sólidos licuables.
- Clase C: Fuegos de gases.
- Clase D: Fuegos de metales.
- Clase F: Fuegos derivados de la utilización de ingredientes para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales) en los aparatos de cocina.

En nuestro caso, podemos asumir que el posible fuego que se genere será de clase A dado que el material que se almacena en la nave son libros físicos de papel.

Cantidad y eficacia en función del riesgo intrínseco

Al ser esta clase de fuego, podemos determinar la cantidad de extintores mediante la siguiente tabla que el propio reglamento ofrece:

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

Tabla 8. Uso de extintores portátiles en sectores de incendio en función de combustibles de clase A

En conjunción con la anterior condición, se tendrá en cuenta que su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio, que deba ser considerado origen de evacuación, hasta el extintor, no supere 15 m.

Teniendo en cuenta el NRI = Alto para nuestra nave y que la superficie construida es de 675 m², como mínimo se necesitarían al menos 3 extintores portátiles con una eficacia mínima de 34 A más los necesarios para cumplir con la condición anterior.

Agente extintor a utilizar

Para cada clase de fuego, existen determinados tipos de agentes extintores que se pueden usar dentro de los extintores de incendio y que están tabulados en la siguiente tabla:

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		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Donde: xxx muy adecuado, xx adecuado, x aceptable

Tabla 9. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Notas:

- En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.
- En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Para elegir el tipo de agente extintor a utilizar, hay que tener en cuenta que el reglamento no permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V.

Para la protección de estos elementos, se utilizarán extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de 5 kg de CO₂ y 6 kg de polvo seco BC o ABC.

Teniendo en cuenta que hay unos cuantos cuadros de distribución eléctrica en la nave, y otros elementos bajo tensión repartidos por la edificación, se utilizará como agente extintor en los extintores de incendio el polvo ABC (polivalente), al ser además según la tabla 8, el más adecuado entre las opciones permitidas bajo esas condiciones.

Emplazamiento de los extintores

Los extintores portátiles de incendio necesitan de unas condiciones básicas a cumplir en cuanto a su ubicación.

- Fácilmente visibles y accesibles.
- Situados a distancias próximas de los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse un incendio.
- Su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.
- A ser posible, su colocación debería estar cerca de las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,20 metros sobre el suelo.

2.8.8 Bocas de incendio equipadas (BIE)

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

- Edificios tipo A y superficie total construida ≥ 300 m².
- Edificios tipo B, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 500 m².
- Edificios tipo B, NRI = ALTO y superficie total construida ≥ 200 m².
- Edificios tipo C, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 1000 m².
- Edificios tipo C, NRI = ALTO y superficie total construida ≥ 500 m².
- Edificios tipo D o E, NRI = ALTO y superficie ocupada ≥ 5.000 m².

Teniendo en cuenta las condiciones, observamos que se cumple la penúltima de ellas (tipo C, NRI = ALTO y superficie = 675 m² > 500 m²) y, por lo tanto, la instalación de este sistema es obligatoria.

Otra condición a cumplir a tener en cuenta es la distancia máxima de la salida del sector de incendio respecto a las BIE. Atendiendo al RD 513/2017, las BIE se situarán siempre a una distancia, máxima, de 5 m, de dichas salidas, medida sobre un recorrido de evacuación, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

Al ser el NRI alto, se utilizarían las de mangueras planas de 45 mm de diámetro y 20 metros de longitud según UNE-EN-671-2 y deberán ser provistas de un caudal de 200 l/min durante 90 min.

La distancia de separación máxima entre las mismas será de 50 metros.

2.8.9 Columna seca

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.

Sabiendo que la nave dispone de una sola planta sobre nivel rasante, la altura máxima de la mercancía en las estanterías es de 5 metros y la altura máxima de la nave es de 10 metros, no procede la instalación de este sistema.

2.8.10 Rociadores automáticos de agua

Las condiciones para la instalación de estos sistemas en establecimientos con actividades de almacenamiento son, si:

- Edificios tipo A, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 300 m².
- Edificios tipo B, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 1500 m².
- Edificios tipo B, NRI = ALTO y superficie total construida ≥ 800 m².
- Edificios tipo C, NRI = MEDIO y superficie total construida ≥ 2000 m².
- Edificios tipo C, NRI = ALTO y superficie total construida ≥ 1000 m².

Teniendo en cuenta esas condiciones y las características del establecimiento (tipo C, NRI = ALTO y superficie = 675 m² < 1000 m²), no se cumple ninguna condición por lo que este sistema no procede en este proyecto.

2.8.11 Agua pulverizada

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 (artículo 1 de este reglamento).

Teniendo en cuenta esas condiciones y las características del establecimiento, no se cumple ninguna condición por lo que este sistema no es necesario instalarlo aquí.

2.8.12 Espuma física

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento) 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.

No procede la instalación de este sistema atendiendo a las condiciones establecidas.

2.8.13 Extinción por polvo

Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento).

No es necesaria su instalación debido a que no cumple con dichas condiciones.

2.8.14 Extinción por agentes extintores gaseosos

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

- Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento).
- 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.

Atendiendo a las condiciones, no será necesario la instalación de este sistema ya que se trata de una oficina pequeña, con poco equipo electrónico básico y los datos se guardan en la nube (servidores externos).

2.8.15 Alumbrado de emergencia

Estas instalaciones deben asegurar, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona, y permitir la identificación de los equipos y medios de protección existentes.

La luminaria de emergencia deberá cumplir los siguientes requerimientos básicos:

- Será fija y estará provista de fuente propia de energía.
- Entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio y mantendrá las condiciones de servicio durante 1 hora desde el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de al menos 1 lx en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación y 5 lx en los elementos y dispositivos de protección contra incendios y cuadros eléctricos.
- La uniformidad de la iluminación será menor a 40.

2.8.15.1 Alumbrado de emergencia de las vías de evacuación

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

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

Atendiendo a esas condiciones, sí será necesaria la instalación de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación dado que la nave está construida sobre el rasante, el NRI es alto y la ocupación se estima en 10 personas.

2.8.15.2 Alumbrado de emergencia de locales del establecimiento

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

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

Teniendo en cuenta esas condiciones, también se instalará el sistema de alumbrado de emergencia en esas áreas requeridas.

Se verá en el Anexo III de este proyecto y/o en la Memoria en su correspondiente apartado.

2.8.16 Señalización

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

2.9 Dimensionado del ABA

2.9.1 Caracterización del sistema de incendio

Atendiendo a la norma UNE 23500, podremos categorizar a través de la tabla siguiente el sistema elegido teniendo en cuenta que solo se emplearán BIE como sistemas que trabajan con agua en nuestra instalación contra incendios.

ROCIADORES	ROCIADORES	ROCIADORES				Agua pulverizada	CATEGORÍA
RL	RO	RE	BIEs	Hidrantes	Espuma		
			X				III
X							III
				X			II
X			X				II
	X		X				II
X				X			II
			X	X			II
	X		X	X			II
X			X	X			II
		X					I
					X		I
						X	I
		X	X				I
		X	X	X			I

Tabla 10. Categorización ABA

Y en función de la tabla 9, elegiremos la fuente de agua y el sistema de impulsión.

Combinaciones de Fuentes de Agua y Sistemas de Impulsión	Figura	Categoría	Clase
Red de uso público tipo 1	8	II	SUPERIOR
Red de uso público tipo 1 + Red de uso público independiente al anterior	14	I	DOBLE
Red de uso público tipo 1 + Depósito de gravedad	15	I	DOBLE
Red de uso público tipo 1 + Depósito de presión	16	I	DOBLE
Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	17	I	DOBLE
Red de uso público tipo 1 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	18	I	DOBLE
Red de uso público tipo 2	4	III	SENCILLO
Red de uso público tipo 2 + Red de uso público tipo 1 independiente al anterior	14	I	DOBLE
Red de uso público tipo 2 + Depósito de gravedad	9	II	SUPERIOR
Red de uso público tipo 2 + Depósito de presión	10	II	SUPERIOR
Red de uso público tipo 2 + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	11	II	SUPERIOR
Red de uso público tipo 2 + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	25	I	DOBLE
Depósito de gravedad tipo C	7	III	SENCILLO
Depósito de gravedad tipo A o B	12	II	SUPERIOR
Depósito de gravedad tipo A o B + Depósito de gravedad independiente al anterior	19	I	DOBLE
Depósito de gravedad + Red de uso público 1	15	I	DOBLE
Depósito de gravedad + Red de uso público 2	9	II	SUPERIOR
Depósito de gravedad + Depósito de presión	20	I	DOBLE
Depósito de gravedad + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	21	I	DOBLE
Depósito de gravedad + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	22	I	DOBLE
Depósito de presión	6	III	SENCILLO
Depósito de presión + Red de uso público tipo 1	16	I	DOBLE
Depósito de presión + Red de uso público tipo 2	10	II	SUPERIOR
Depósito de presión + Depósito de gravedad	20	I	DOBLE
Depósito de presión + Equipo de bombeo único aspirando de depósito o fuente inagotable	23	I	DOBLE
Depósito de presión + Equipo de bombeo doble aspirando de depósito o fuente inagotable	24	I	DOBLE
Equipo de bombeo principal único aspirando de depósito o fuente inagotable	5	III	SENCILLO

Tabla 11. Fuente de agua y equipo de bombeo en función de la categoría

Por lo que las características básicas del sistema de abastecimiento son:

- En función de los sistemas instalados, solamente BIE, el abastecimiento será de categoría III.
- La clase del abastecimiento es Sencillo, por lo que el sistema de impulsión será un equipo único de bombeo.
- La fuente de agua será de tipo C.1, un depósito de tipo A (aljibe de obra).

2.9.2 Caudal requerido

Para conocer el caudal necesario a proporcionar por el equipo de bombeo, se debe averiguar el tipo y cantidad de BIE en función del nivel de riesgo intrínseco de la nave a través de la tabla siguiente:

Nivel de riesgo intrínseco del establecimiento industrial	BIE (tipo)	Simultaneidad de las BIEs	Autonomía [min]
BAJO	DN 25 mm	2	60
MEDIO	DN 45 mm	2	60
ALTO	DN 45 mm	3	90

Tabla 12. BIE requeridas según nivel de riesgo intrínseco

Como el riesgo intrínseco de la nave es ALTO, se necesitan 3 BIEs de 45 mm, con simultaneidad de las tres y 90 minutos de autonomía.

Se considerará un caudal, Q, de 200 l/min (criterio de la regla técnica RT2-BIE de CEPREVEN) en estas condiciones por cada BIE.

Q por BIE [l/min]	Q por BIE [m3/h]	n° BIE (simultáneas)	Q total [l/min]	Q total [m3/h]
200	12	3	600	36

Tabla 13. Datos de partida (BIE)

En función de dicho caudal y la presión requerida del sistema se escogerá un equipo de bombeo.

2.9.3 Diámetro de las tuberías

Se calcularán los tramos de cada tubería (sus diámetros) mediante las siguientes fórmulas:

$$Q = v * A$$

Donde:

Q = caudal [m3/h]

v = velocidad del fluido [m/s]

A = sección circular tubería [m²]

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

D = diámetro de cálculo de la tubería

Según normativa, las velocidades máximas en los diferentes tramos de la red serán:

- Succión negativa $\leq 1,5$ m/s
- Impulsión: ≤ 4 m/s

En la impulsión se considerará un valor de la velocidad del agua entre 1 y 3,5 m/s de forma que nos evite problemas de erosión y ruido. En la aspiración entre 0,5 y 1,5 m/s. En las tablas siguientes se mostrarán los diámetros escogidos en función de los límites de velocidad establecidos y el tramo de tubería.

Tramo tubería	nº BIEs simultáneas	Caudal total [m ³ /s]	Diámetro con $v=0,5$ m/s [mm]	Diámetro con $v=1,5$ m/s [mm]	Diámetro elegido			v (diámetro elegido) [m/s]	v (máxima) [m/s]
					DN	Dint [mm]	pulg		
Aspiración	3	0,01000	159,58	92,13	100	114,3	4	0,975	1,5

Tabla 14. Diámetro de la tubería de aspiración

Tramo tubería	nº BIEs simultáneas	Caudal total [m ³ /s]	Diámetro con $v=1,0$ m/s [mm]	Diámetro con $v=3,5$ m/s [mm]	Diámetro elegido			v (diámetro elegido) [m/s]	v (máxima) [m/s]
					DN	Dint [mm]	pulg		
Primario (bomba-1º der.)	3	0,01000	112,84	60,31	80	88,9	3	1,611	4
Secundario a 1º BIE	1	0,00333	65,15	34,82	50	60,3	2	1,167	4
Primario (1º der.-2º der.)	3	0,01000	112,84	60,31	80	88,9	3	1,611	4
Secundario a 2º BIE	1	0,00333	65,15	34,82	50	60,3	2	1,167	4
Primario (2º der.-3º der.)	3	0,01000	112,84	60,31	80	88,9	3	1,611	4
Secundario a 3º BIE	1	0,00333	65,15	34,82	50	60,3	2	1,167	4

Tabla 15. Diámetros de las tuberías de impulsión

Los tramos primarios son los que van desde el equipo de bombeo hasta el primer accesorio, te (desde el cual parte una derivación hacia la 1º BIE), de allí hacia el segundo

te (con derivación hacia la 2º BIE) y desde dicho punto hacia un codo reductor, el cual conecta con la 3º BIE. Las Te serán reductoras por su salida lateral.

2.9.4 Cálculo de las pérdidas de carga primarias y secundarias

Para las pérdidas de carga continuas (primarias) por el rozamiento entre fluido y tubería, se empleará la fórmula de Hazen-Williams al tratar con secciones circulares llenas.

$$hf_{[m]} = 10,67 \cdot \left(\frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1,852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4,87}}$$

Donde:

hf = pérdidas de carga lineal por fricción [m.c.a.]

Q = caudal [m³/s]

C = coeficiente de fricción de Hazen-Williams en función del material tubería

D = diámetro de la tubería [m]

L = longitud de la tubería o tramo [m]

Mientras que las pérdidas de carga producidas por los distintos accidentes (accesorios) a lo largo de la tubería (secundarias), desde el depósito de agua hasta la bomba y desde la bomba hasta las BIEs, se calcularán a través de la siguiente expresión:

$$hs = K * \frac{v^2}{2 * g}$$

Donde:

hs = pérdidas de carga punto singular [m.c.a.]

K = coeficiente de resistencia en función del accesorio

v = velocidad del agua [m/s]

g = aceleración de la gravedad [m/s²]

En la tabla 16 se recogen los coeficientes K de los distintos accesorios que se consideraron:

Accesorio	Codo 90° radio normal	Te por salida lateral	Válvula de pie	Válvula de bola	Válvula de compuerta	Reducción concéntrica
K	0,75	1,8	2	10	0,2	0,25

Tabla 16. Coeficiente K en puntos singulares

Pérdidas de carga por fricción en las tuberías

-El coeficiente C considerado es de 120 (acero galvanizado).

Tramo tubería	Caudal total [m ³ /s]	C [adim.]	D [m]	DN	L [m]	hf [m.c.a.]
Aspiración	0,01	120	0,1143	100	10	0,115

Tabla 17. Pérdidas de carga por fricción tubería (lado aspiración).

Tramo tubería	Caudal [m ³ /s]	C [adim.]	D [m]	DN	L [m]	hf [m.c.a.]
Primario (bomba-1º der.)	0,01000	120	0,0889	80	12,5	0,489
Secundario a 1º BIE	0,00333	120	0,0603	50	3,5	0,119
Primario (1º der.-2º der.)	0,01000	120	0,0889	80	7	0,274
Secundario a 2º BIE	0,00333	120	0,0603	50	3,5	0,119
Primario (2º der.-3º der.)	0,01000	120	0,0889	80	12	0,469
Secundario a 3º BIE	0,00333	120	0,0603	50	3,5	0,119

Tabla 18. Pérdidas de carga por fricción tuberías (lado impulsión)

Pérdidas de carga en los puntos singulares de la red de tuberías

Tramo tubería	Puntos singulares			v (diámetro elegido) [m/s]	hs/ud [m.c.a.]	hs [m.c.a.]
	Tipo acc.	K	uds			
Aspiración	Válv. Pie	2	1	0,975	0,0969	0,097
	Válv. Bola	10	2		0,4845	0,969
	Red. Conc.	0,25	1		0,0121	0,012
	Codo 90°	0,75	3		0,0363	0,109

Tabla 19. Pérdidas de carga en accesorios (lado aspiración)

Tramo tubería	Puntos singulares			v (diámetro elegido) [m/s]	hs/ud [m.c.a.]	hs [m.c.a.]
	Tipo acc.	K	uds			
Primario (bomba-1º)	Codo 90°	0,75	2	1,611	0,099	0,198
	Válv. Comp.	0,2	1	1,611	0,026	0,026
Secundario a 1º BIE	Red. Conc.	0,25	1	1,167	0,017	0,017
	Codo 90°	0,75	1	1,167	0,052	0,052
Primario (1º der.-2º der.)	Te	1,8	1	1,611	0,238	0,238
Secundario a 2º BIE	Codo 90°	0,75	1	1,167	0,052	0,052
	Red. Conc.	0,25	1	1,167	0,017	0,017
Primario (2º der.-3º der.)	Te	1,8	1	1,611	0,238	0,238
Secundario a 3º BIE	Red. Conc.	0,25	1	1,167	0,017	0,017
	Codo 90°	0,75	2	1,167	0,052	0,104

Tabla 20. Pérdidas de carga en accesorios (lado impulsión)

Las pérdidas totales por la fricción en las tuberías y los distintos accesorios será:

$$hf \text{ total} = 1,703 \text{ m.c.a.}$$

$$hs \text{ total} = 2,148 \text{ m.c.a.}$$

$$Hfs = hf \text{ total} + hs \text{ total} = 1,703 + 2,148 = 3,851 \text{ m.c.a.}$$

2.9.5 Presión de suministro

Cálculo de la presión de trabajo o suministro

$$P_{\text{sum}} = P_{\text{BIE}} + Hfs + Hg$$

Donde:

- P_{sum} = presión de trabajo requerida del sistema
- P_{man} = presión dinámica de la BIE, en punta de lanza, 30 m.c.a. (3 bar) como mínimo y 50 m.c.a. (5 bar) como máximo según guía de aplicación del RIPCI. Se considerará 3,5 para el cálculo.
- H_g = altura geométrica o total que debe superar el fluido (desde el punto de aspiración hasta el punto más alto del sistema) -> se estiman 7 m
- U_{ds} = [m.c.a.] o [bar]

$$P_{sum} = 35 + 3,851 + 7 = 45,851 \text{ m.c.a}$$

Dicha presión de trabajo sería la necesaria para el caso más desfavorable, la última BIE, por lo que en las otras dos se cumplirá el mínimo de 3,5 bar a la salida automáticamente.

Caudal nominal de bomba Q_{nb} que circula por la tubería		Diámetro mínimo de la tubería de aspiración
l/min	m ³ /h	
≤ 100	≤ 6	DN-50
≤ 200	≤ 12	DN-65
≤ 400	≤ 24	DN-80
≤ 600	≤ 36	DN-100

Tabla 21. Tubería de aspiración para equipos con bombas principales (aspiración negativa)

2.9.6 Elección del equipo contra incendios

Se escogerá el equipo de bombeo necesario en función del punto de trabajo teórico hallado.

$$\text{Punto de trabajo teórico} = [36 \text{ m}^3/\text{h}, 45,851 \text{ m.c.a.}]$$

El grupo de bombeo a seleccionar será capaz de impulsar al menos el 140% del caudal nominal de la bomba a una presión no inferior al 70% de la presión nominal.

El equipo de bombeo contra incendios seleccionado en función de los datos será el grupo de abastecimiento sencillo U.E. / 520 B con motor eléctrico MN 50 / 200 B de 15 HP de potencia y bomba auxiliar Jockey MULTINOX 120-60T de 1,7 HP de potencia eléctrica.

$$\text{Punto de trabajo del grupo} = [36 \text{ m}^3/\text{h}, 49 \text{ m.c.a.}]$$

2.9.7 Depósito de cebado

Al equipo de bombeo se le conectará un sistema de cebado automático. Las características según la norma UNE 23500 son las siguientes.

Caudal nominal de la bomba	Capacidad mínima de depósito (litros)	Diámetro mínimo de tubo de cebado (mm)
Hasta 600 l/min	100	25
Más de 600 l/min	500	50

Tabla 22. Capacidad mínima del depósito de cebado y diámetro del tubo

En todo caso, el depósito de cebado tendrá una capacidad mínima de 4 veces el volumen de la tubería de aspiración.

$$\text{Vol tubería} = \pi * \text{radio}^2 * \text{longitud}$$

Diámetro [mm]	Espesor [mm]	Radio [m]	Longitud [m]	Volumen [m3]	Volumen [dm3]
114.3	4.5	0.0549	10	0.0947	94.68

Tabla 23. Volumen depósito de cebado

Volumen mínimo = 400 litros, con tubería de diámetro DN 40.

2.9.8 Depósito de agua

El volumen necesario de agua se calculará mediante la siguiente expresión:

$$\text{Vol} = Q * t$$

Donde:

Vol = volumen del depósito [m3]

Q = caudal del sistema [m3/min] = 0,6 m3/min (36 m3/h)

t = tiempo de autonomía requerido [min] = 90 min

$$\text{Vol} = 0,6 * 90 = 54 \text{ m}^3$$

Por lo que el depósito tendrá una capacidad de 54 m3 o 54.000 litros de modo que pueda suministrar durante 90 minutos un caudal total de 36 m3/h a tres bocas de incendio equipadas.

Las dimensiones del depósito serán las siguientes:

Alto [m]	Ancho [m]	Largo [m]
1,5	6	6

Tabla 24. Dimensiones del aljibe

2.9.8.1 Tubería de abastecimiento del depósito

Este depósito deberá poder reponer el 100% del volumen en 36 horas al tratarse de un depósito de tipo A. Aplicando la fórmula anterior:

$$Q = \text{Vol} / t$$

Q = caudal de abastecimiento

$$Q = 54 \text{ m}^3 / 36 \text{ h} = 1,5 \text{ m}^3/\text{h} = 4,17\text{E-}4 \text{ m}^3/\text{s} = 0,417 \text{ l/s}$$

Sacamos el diámetro de la tubería necesaria para ello (para $v = 1 \text{ m/s}$):

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

$D = 23 \text{ mm} \rightarrow \text{DN } 20$ (3/4 pulgadas)

2.10 Evacuación de los establecimientos industriales.

2.10.1 Ocupación

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de nuestro establecimiento, Anexo III (alumbrado de emergencia), se determinó su ocupación, P, a través de la siguiente expresión:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100$$

Se estiman un número de personas de entre 9-10 y por lo tanto la $P = 10$.

2.10.2 Otros conceptos

Origen de evacuación: es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando los del interior de las viviendas, y los de todo recinto, o conjunto de ellos comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/10 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m², como pueden ser los despachos de oficinas, etc

Recorrido de evacuación: recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio.

Espacio exterior seguro: es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio.

Según la tabla 3.1 del apartado 3, Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (SI):

- Una planta o recinto pueden disponer de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente cuando cumpla las condiciones siguientes:
 - La ocupación no excede de 100 personas, excepto en el caso de existir 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente.
 - La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25m, excepto si se trata de una planta que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, que podrá tener una longitud de 50m.
 - La altura de evacuación de la planta considerada no excede de 28 m.

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro:

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

Tabla 25. Longitud del recorrido de evacuación requerida.

Nuestra nave cumple todas esas condiciones, por lo cual podría tener una única salida de recinto. Aunque en este caso, cuenta con 4 salidas.

- 1 salida en la zona administrativa

- 3 salidas en la zona del almacén ya que las puertas enrollables serán del tipo peatonal (puerta incrustada por la que puede salir las personas).

Por ello, ningún recorrido de evacuación llega a 25 metros tal como se verá en los cálculos del alumbrado de emergencia y recorridos de evacuación en el documento Anexos.

2.10.3 Recorridos de evacuación

Se cumplirá que su longitud desde cualquier punto considerado como origen de evacuación es inferior a 25 metros.

Se podrán ver los recorridos de evacuación de la nave y su longitud en el documento Anexo III, en el apartado del alumbrado de emergencia.

2.10.4 Dimensiones de los elementos de evacuación

- La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.

Y se deberá cumplir lo de la siguiente tabla.

<i>Tipo de elemento</i>	<i>Dimensionado</i>
<i>Puertas y pasos</i>	$A \geq P / 200$ (1) $\geq 0,80$ m <i>La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.</i>
<i>Pasillos y rampas</i>	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m (5)

Tabla 26. Dimensiones elementos de evacuación.

Donde:

A = Anchura del elemento, [m]

P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.

El ancho del pasillo principal es de 1,5 metros y el de los secundarios es 1 m. Mientras que las puertas son de 0,9 m, cumpliendo así con el dimensionamiento mínimo requerido según la tabla anterior.

Índice de tablas

Tabla 1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio.....	5
Tabla 2. Parámetros para la densidad de carga de fuego según actividad (Oficina)	6
Tabla 3. Parámetros para la densidad de carga de fuego según actividad (Papel)	7
Tabla 4. Nivel de riesgo intrínseco según densidad de carga de fuego	8
Tabla 5. Datos para el cálculo de las densidades de carga de fuego	9
Tabla 6. Distribución de los detectores de humo.	10
Tabla 7. Instalación de hidrantes según riesgo intrínseco	12
Tabla 8. Uso de extintores portátiles en sectores de incendio en función de combustibles de clase A.....	13
Tabla 9. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego.....	14
Tabla 10. Categorización ABA	19
Tabla 11. Fuente de agua y equipo de bombeo en función de la categoría.....	19
Tabla 12. BIE requeridas según nivel de riesgo intrínseco.....	20
Tabla 13. Datos de partida (BIE)	20
Tabla 14. Diámetro de la tubería de aspiración.....	21
Tabla 15. Diámetros de las tuberías de impulsión.....	21
Tabla 16. Coeficiente K en puntos singulares	23
Tabla 17. Pérdidas de carga por fricción tubería (lado aspiración).....	23
Tabla 18. Pérdidas de carga por fricción tuberías (lado impulsión).....	23
Tabla 19. Pérdidas de carga en accesorios (lado aspiración)	24
Tabla 20. Pérdidas de carga en accesorios (lado impulsión).....	24
Tabla 21. Tubería de aspiración para equipos con bombas principales (aspiración negativa)....	25
Tabla 22. Capacidad mínima del depósito de cebado y diámetro del tubo	26
Tabla 23. Volumen depósito de cebado	26
Tabla 24. Dimensiones del aljibe	27
Tabla 25. Longitud del recorrido de evacuación requerida	28
Tabla 26. Dimensiones elementos de evacuación.	29



Anexo III - Cálculos Iluminación

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice – Anexo III

3. Iluminación.....	2
3.1 Objeto.....	2
3.2 Normativa.....	2
3.3 Iluminación mínima recomendada según actividad y/o tipo de recinto	2
3.3.1 Iluminación según RD 486/1997, de 14 de abril	3
3.3.2 Iluminación según Documento Básico SU Seguridad de Utilización	3
3.3.3 Iluminación según Documento Básico HE Ahorro de energía - HE3	4
3.3.4 Iluminación según norma 12464-1 EN:2012	5
3.4 Iluminancia media a garantizar	7
3.5 Zonas de iluminación.....	9
3.6 Cálculo de los parámetros.....	9
3.6.1 Sala de Recepción.....	11
3.6.2 Pasillo Principal.....	14
3.6.3 Pasillo Secundario I	16
3.6.4 Pasillo Secundario II	18
3.6.5 Aseo I.....	20
3.6.6 Aseo II	22
3.6.7 Vestuario	24
3.6.8 Oficina	26
3.6.9 Despacho	29
3.6.10 Sala de Reuniones	31
3.6.11 Archivos.....	33
3.6.12 Almacén.....	35
3.6.13 Sala Grupo Incendios.....	38
3.7 Alumbrado de emergencia.....	40
3.7.1 Requerimientos mínimos	40
3.7.1 Plano de situación de las luminarias	41
3.7.2 Luminarias utilizadas	43
3.7.3 Resultados del alumbrado antipánico.....	46
3.7.4 Resultados del alumbrado en los recorridos de evacuación.....	47
3.7.5 Puntos de seguridad y cuadros eléctricos	55
3.7.6 Cumplimiento de los objetivos del reglamento	57
Índice de tablas	58

3. Iluminación

3.1 Objeto

El objeto de este capítulo consiste en el diseño y cálculo de la instalación lumínica necesaria para la nave industrial del presente proyecto siguiendo las distintas normativas necesarias y cumpliendo con los criterios mínimos establecidos en ellas.

3.2 Normativa

Se hará uso de la siguiente normativa.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- UNE 12464-1: 2012 Norma Europea sobre iluminación para interiores
- Documento Básico SU Seguridad de Utilización del CTE
- HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación

3.3 Iluminación mínima recomendada según actividad y/o tipo de recinto

Para conseguir una adecuada iluminación, se deben de calcular determinados parámetros.

- Iluminancia mantenida (E_m): iluminancia media horizontal mantenida en la superficie iluminada medida en lux.
- Uniformidad de iluminancia (U_o): Relación o cociente entre la iluminancia mínima y la iluminancia media sobre una superficie.
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR): valor que expresa el deslumbramiento sometido al ojo humano provocado por una fuente de luz, siendo nulo cuando su valor equivale a 10 y gradualmente mayor cuando va en aumento.
- Eficiencia energética (VEEI): valor que mide la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona de actividad referenciada. La unidad de medida es W/m² por cada 100 lux.
- Índice de reproducción cromática (Ra): mide la capacidad de una fuente de luz para reproducir los colores fielmente. Se mide del 0 al 100 y a más cerca del 100, mejor reproduce el color del objeto iluminado. La referencia 100 es la luz del día. Este parámetro

Estos parámetros se averiguarán de las distintas normativas donde estarán tabulados según recinto y/o actividad.

En apartados siguientes se recopilarán los datos necesarios según normativa de aplicación. Si en más de una normativa se proporciona el mismo parámetro, pero con distintos requerimientos, se escogerá el criterio más restrictivo/desfavorable de los valores.

3.3.1 Iluminación según RD 486/1997, de 14 de abril

Este real decreto en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, en su Anexo IV establece la iluminación de los lugares de trabajo en función de las características de la actividad a realizar en el recinto correspondiente. Los valores mínimos se definen en la siguiente tabla:

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Tabla 1. Niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo (RD 486/1997).

Estas iluminancias mínimas por zona en donde se ejecute una tarea se medirán a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

Los datos de interés de la tabla son:

- Zonas donde se ejecuten tareas con, exigencias visuales ALTAS -> 500 lux, para la oficina, despacho y la sala de reuniones.
- Zonas donde se ejecuten tareas con, exigencias visuales MODERADAS -> 200 lux, almacén, sala de recepción, sala grupo incendio.
- Áreas o locales de uso ocasional -> 50 lux, aseos, vestuario.
- Áreas o locales de uso habitual -> 100 lux, archivos.
- Vías de circulación de uso ocasional -> 25 lux, pasillos secundarios.
- Vías de circulación de uso habitual -> 50 lux, pasillo principal.

3.3.2 Iluminación según Documento Básico SU Seguridad de Utilización

Atendiendo al documento básico de seguridad y utilización del CTE, se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas

interiores de circulación de los edificios. Para ello se deberán respetar los siguientes mínimos del apartado 1 “Alumbrado normal en zonas de circulación” del documento:

- En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar 100 lux en zonas interiores.
- El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.
- Medido a nivel del suelo

3.3.3 Iluminación según Documento Básico HE Ahorro de energía - HE3

El valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) de la instalación de iluminación no superará el valor límite (VEEI lim) establecido en la siguiente tabla:

Uso del recinto	VEEI límite
Administrativo en general	3,0
Andenes de estaciones de transporte	3,0
Pabellones de exposición o ferias	3,0
Salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
Aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
Habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
Recintos interiores no descritos en este listado	4,0
Zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
Aparcamientos	4,0
Espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
Estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
Bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
Zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
Centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
Hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
Religioso en general	8,0
Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
Tiendas y pequeño comercio	8,0
Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
Locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 2. Eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI).

Datos de interés:

- Administrativo en general -> 3,0
- Zonas comunes -> 4,0
- Recintos interiores no descritos en este listado -> 4,0
- Almacenes, archivos, salas técnicas y cocina -> 4,0
- Supermercados, hipermercados y grandes almacenes -> 5,0

Nota: (4) Se entienden por “Zonas comunes” a los espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

A continuación, necesitaremos también la potencia instalada límite para cada zona. La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada ($P_{\text{TOT}}/S_{\text{TOT}}$) no superará el valor máximo establecido en la tabla 3:

Uso	E Iluminancia media en el plano horizontal (lux)	Potencia máxima a instalar (W/m ²)
Aparcamiento		5
Otros usos	≤ 600	10
	> 600	25

Tabla 3. Potencia máxima a instalar.

3.3.4 Iluminación según norma 12464-1 EN:2012

Para permitir que las personas realicen tareas visuales de modo eficiente y preciso, debería preverse una iluminación adecuada y apropiada. La iluminación puede ser proporcionada mediante luz natural, alumbrado artificial o una combinación de estas. El grado de visibilidad y confort requerido en un amplio ámbito de lugares de trabajo es gobernado por el tipo y duración de la actividad.

Esta norma para la iluminación de los lugares de trabajo especifica requisitos para sistemas de iluminación para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores y sus áreas asociadas en términos de cantidad y calidad de iluminación.

También definen otros parámetros necesarios a cumplir como lo son:

- Emin/Em o uniformidad.
- UGR, índice de deslumbramiento unificado para el observador.
- Ra, índice de rendimiento de color.

A continuación, se extraerán los datos de interés para nuestra nave industrial según el recinto a iluminar en nuestro caso particular.

Almacén

La tabla siguiente nos proporciona la iluminación requerida para nuestro almacén.

5. ÁREAS DE ALMACENAMIENTO CON ESTANTERÍAS						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E _m lux	UGR _L	U ₀	R _a	OBSERVACIONES
5.1	PASILLOS SIN GUARNECER	20	-	0,4	40	- Iluminación a nivel del suelo.
5.2	PASILLOS GUARNECIDOS Y ESTACIONES DE CONTROL	150	22	0,4	60	- Iluminación a nivel del suelo.

Tabla 4. Iluminación áreas de almacenamiento con estanterías.

Aclaraciones:

- Pasillos guarnecidos. Esta clasificación atiende a los almacenes más comunes donde el trabajo de almacenamiento se realiza de forma manual por operarios tanto con carretillas elevadoras u otro tipo de carretillas, por lo que la iluminación a nivel de suelo requerida es de 150 lux.

Pasillos

La tabla siguiente nos proporciona la iluminación requerida para los pasillos de la zona administrativa.

1. ZONAS DE TRÁFICO						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_{m,lux}$	UGR_L	U_o	R_a	OBSERVACIONES
1.1	ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y PASILLOS	100	28	0,4	40	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminancia al nivel del suelo. - 150 LUX si hay vehículos en el recorrido. - R_a y UGR similares a áreas adyacentes. - El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche. - Debería tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento de conductor y peatones.

Tabla 5. Iluminación áreas de circulación y pasillos

Vestuario y aseos

La tabla siguiente nos proporciona la iluminación requerida para el vestuario y los aseos.

2. SALAS DE DESCANSO, SANITARIAS Y DE PRIMEROS AUXILIOS						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	$E_{m,lux}$	UGR_L	U_o	R_a	OBSERVACIONES
2.1	CANTINAS, DESPENSAS	200	22	0,4	80	
2.2	SALAS DE DESCANSO	100	22	0,4	80	
2.3	SALAS DE EJERCICIO FÍSICO	300	22	0,4	80	
2.4	VESTUARIOS, SALAS DE LAVADO, SERVICIOS	200	25	0,4	80	En cada baño individual si está completamente cerrado

Tabla 6. Iluminación vestuario y aseos.

Oficina

La tabla siguiente nos proporciona la iluminación requerida para el resto de la zona administrativa de la nave.

1. OFICINAS						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	U_o	R_a	OBSERVACIONES
1.1	ARCHIVO, COPIAS, ETC.	300	19	0,4	80	
1.2	ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS	500	19	0,6	80	- Trabajo con EPV (equipo con pantalla de visualización)
1.3	DIBUJO TÉCNICO	750	16	0,7	80	
1.4	PUESTOS DE TRABAJO DE CAD	500	19	0,6	80	- Trabajo con EPV
1.5	SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19	0,6	80	- La iluminación debería ser controlable.
1.6	MOSTRADOR DE RECEPCIÓN	300	22	0,6	80	
1.7	ARCHIVOS	200	25	0,4	80	

Tabla 7. Iluminación área oficina.

Sala del grupo incendio

Lo más parecido encontrado en la norma, es la siguiente tabla (salas laterales, de bombas).

15. CENTRALES DE ENERGÍA ELÉCTRICA						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	U_o	R_a	OBSERVACIONES
15.1	PLANTA DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	50	-	0,4	20	- Se deben reconocer los colores de seguridad.
15.2	SALA CALDERA	100	28	0,4	40	
15.3	SALAS DE MÁQUINAS	200	25	0,4	80	
15.4	SALAS LATERALES (DE BOMBAS, DE CONDENSADORES, ETC.)	200	25	0,4	60	

Tabla 8. Iluminación área grupo de incendio.

3.4 Iluminancia media a garantizar

Teniendo en cuenta los datos recopilados en apartados anteriores desde varios puntos de vista y normativa, resumiremos a continuación todos los parámetros que debemos cumplir en nuestra nave según el recinto en cuestión, combinando cuando sea necesario el mismo parámetro de diferentes normativas.

Zona	E_m [lux]	UGR	E_{min}/E_m	VEEI	P_{TOT}/S_{TOT}
Recepción	300	22	0,6	3	10
Pasillo P.	100	28	0,4	4	10
Pasillo S.	100	28	0,4	4	10
Vestuario	200	25	0,4	4	10
Aseo	200	25	0,4	4	10

Oficina	500	19	0,6	3	25
Reuniones	500	19	0,6	3	25
Despacho	500	19	0,6	3	25
Archivos	200	25	0,4	4	10
Almacén	200	22	0,4	5	10
Sala Grupo Incendio	200	25	0,4	4	10

Tabla 9. Parámetros requeridos para el cálculo de las luminarias.

Otras consideraciones para el cálculo

El Ra se considerará conseguido si los demás parámetros lo hacen y considerando las luminarias LED de alta calidad empleadas.

UGR:

Para este parámetro, se requiere conocer la altura suelo-ojos de la persona (dependiendo del lugar de trabajo de la persona o recinto en general). Se tendrán en cuenta para el cálculo las siguientes distancias.

- 1,6 metros en los aseos y vestuario.
- 1,2 metros en la oficina, sala de recepción, sala de reuniones, despacho, sala de archivos.
- Altura a nivel del suelo (0,00 m) en los tres pasillos y en el almacén.
- En la sala grupo incendio, 1 m.

Plano útil de trabajo:

Otro parámetro necesario para el cálculo del alumbrado será la altura desde el suelo hasta el lugar donde la persona realiza sus tareas o actividad.

- Se consideró 0,85 m para los lugares donde la persona está trabajando en un escritorio: la oficina, el despacho, la sala de reuniones, la sala de recepción. También en la sala grupo incendio, vestuario, aseos y sala de archivos.
- Una altura de 0,00 metros para los pasillos y el almacén.

3.5 Zonas de iluminación

En la siguiente tabla se mostrarán los recintos que debemos iluminar en nuestra nave junto con sus dimensiones. Serán una parte de los datos necesarios a introducir en el software para calcular el alumbrado necesario.

Zona	Altura suelo-techo [m]	Largo [m]	Ancho [m]
Sala de Recepción	2,8	5,6	4,5
Oficina	2,8	8	4
Sala de Archivos	2,8	4	2
Despacho	2,8	4,5	3,6
Sala de Reuniones	2,8	4,5	4,4
Pasillo Principal	2,8	1,5	10,2
Pasillo Secundario I	2,8	4,5	1
Pasillo Secundario II	2,8	4,5	1
Vestuario	2,8	4,5	2,2
Aseo I	2,8	2	2
Aseo II	2,8	2	2
Sala Grupo Incendio	2,5	1,2	1,8
Almacén	8	34,55	14,7

Tabla 10. Dimensiones de los recintos de la nave.

Nota: el “largo” es la coordenada X en el plano considerado por el software de cálculo y el ancho la coordenada “Y”.

3.6 Cálculo de los parámetros

Para realizar el cálculo de las luminarias requeridas cumpliendo la serie de parámetros descritos en apartados anteriores, se hizo uso del software Dialux versión 4.13 de la empresa DIAL.

En primer lugar, se explicarán los parámetros básicos con los que trabajará el programa:

- **Factor de mantenimiento:** según la norma UNE-EN 12464-1, el factor de mantenimiento indica la rapidez con la que la iluminancia se reduce en una

instalación. Para locales limpios el valor es de 0,8 y este es el valor por defecto que utiliza el Dialux en sus cálculos.

- Coeficiente de reflexión: coeficiente de luz reflejada desde una superficie. La cantidad de luz reflejada depende de la dirección de la luz incidente, su composición espectral y del color de la superficie iluminada. El programa usa por defecto un valor del 70% para el techo, 50% para las paredes y un 20% para el suelo.

Otras consideraciones:

- Se han considerado unos objetos básicos que podría haber en cada recinto.
- Dichos objetos crean sombras y dificultan el cálculo al software, por lo que es difícil cumplir el parámetro de uniformidad (E_{min}/E_m). Para los recintos más importantes de trabajo del personal, se han establecido superficies de cálculo en el lugar de trabajo para calcular correctamente este parámetro y cumplir el mínimo.
- En el almacén se ha calculado a la vez la iluminancia requerida a nivel del suelo mediante superficies de cálculo y a la altura de trabajo de los operarios de forma estándar.
- Se utilizaron en todos los recintos lámparas de tipo LED.
- No se consideró el recinto de la Sala Grupo Incendio para el cálculo del Almacén para facilitar el cálculo (al estar en la esquina, influía mucho en la E_m).
- Todas las luminarias son de flujo directo, dado que es el flujo luminoso de más rendimiento.

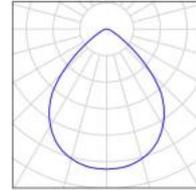
En el documento Memoria de este proyecto se detallarán los resultados conseguidos por recinto.

A continuación, se mostrarán las hojas de cálculo de Dialux con la información requerida (parámetros E_m , UGR, VEEI, Ra, E_{min}/E_m , P_{tot}/S_{tot} y las iluminarias utilizadas).

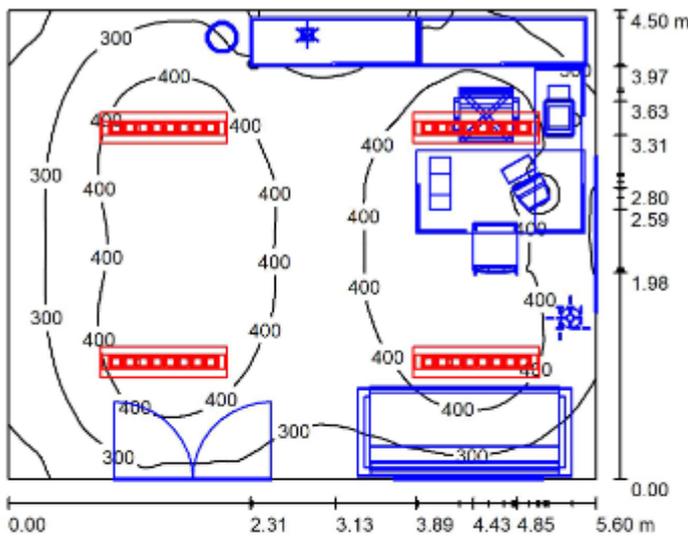
3.6.1 Sala de Recepción

Sala de Recepción / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120
 1xLED34S/840
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm
 Potencia de las luminarias: 27.5 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 68 95 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED34S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Sala de Recepción / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:58

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	366	29	480	0.079
Suelo	20	233	5.68	384	0.024
Techo	70	70	43	92	0.623
Paredes (4)	50	123	13	274	/

Plano útil:

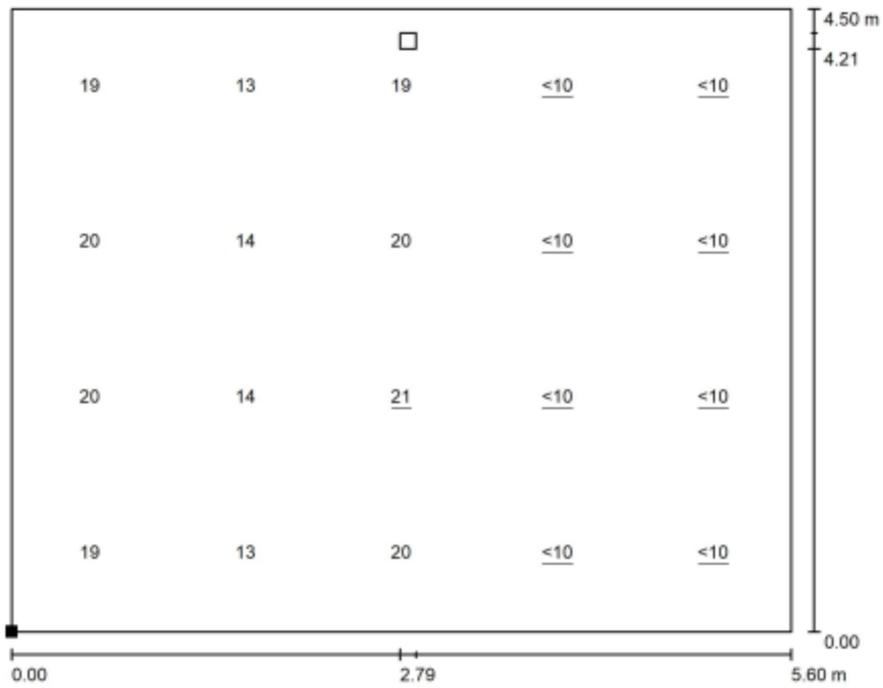
Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	27.5
			Total: 13600	Total: 13600	110.0

Valor de eficiencia energética: $4.37 \text{ W/m}^2 = 1.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 25.20 m^2)

Sala de Recepción / Superficie de cálculo UGR 22 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 41

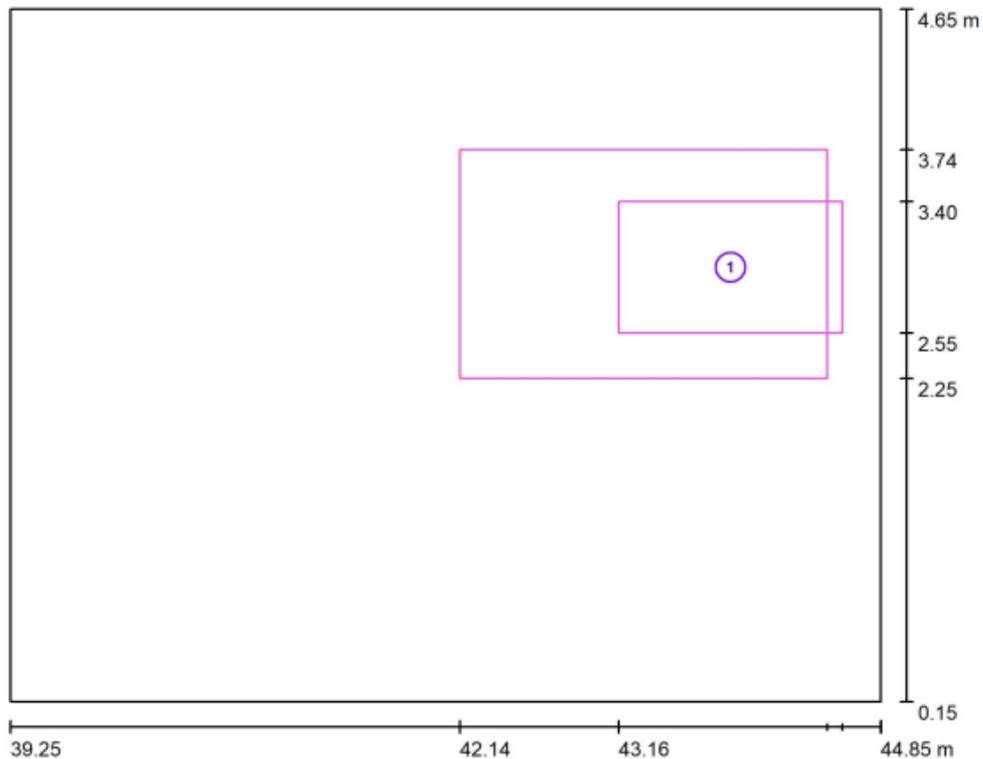
Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (39.250 m, 0.150 m, 1.200 m)



Trama: 5 x 4 Puntos

Min
/

Max
21

Sala de Recepción / superficie de trabajo 4 / Sumario de los resultados

Escala 1 : 41

Nº	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	16 x 16	421	342	453	0.813	0.756
	Área circundante	128 x 128	406	250	455	0.615	0.549

Sumario de resultados:

Se calculó la E_m específicamente en el área de trabajo debido a lo distorsionado que está el cálculo en toda la superficie al tener en cuenta los objetos de la sala.

$E_m = (421 + 406) / 2 = 414 \text{ lx}$ -> se calculó específicamente en el área de trabajo.

UGR = 21 (máx.)

$E_{min}/E_m = (0,813 + 0,615) / 2 = 0,714$

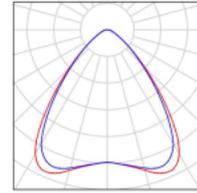
VEEI = 1,19 W / m² / 100 lx

$P_{tot} / S_{tot} = 4,37 \text{ W} / \text{m}^2$

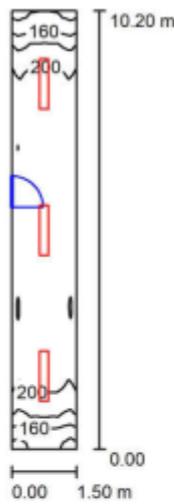
3.6.2 Pasillo Principal

Pasillo Principal / Lista de luminarias

3 Pieza PHILIPS SM134V PSD W20L120 1 xLED27S/840 OC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2700 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
 Potencia de las luminarias: 22.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 75 95 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED27S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Pasillo Principal / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:132

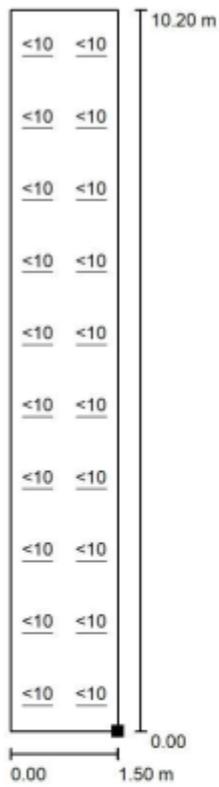
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	199	128	220	0.641
Suelo	20	199	130	221	0.651
Techo	70	46	32	58	0.693
Paredes (4)	50	115	34	320	/

Plano útil:		UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura:	0.000 m	Pared izq	16	16	
Trama:	128 x 128 Puntos	Pared inferior	16	16	
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS SM134V PSD W20L120 1 xLED27S/840 OC (1.000)	2700	2700	22.0
			Total: 8100	Total: 8100	66.0

Valor de eficiencia energética: $4.31 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 15.30 m^2)

Pasillo Principal / Superficie de cálculo UGR 15 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 80

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (40.750 m, 4.650 m, 0.000 m)



Trama: 10 x 2 Puntos

Min
/Max
/**Sumario de resultados:**

$$E_m = 199 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = <10$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,641$$

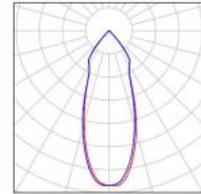
$$\text{VEEI} = 2,17 \text{ W / m}^2 / 100 \text{ lx}$$

$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 4,31 \text{ W / m}^2$$

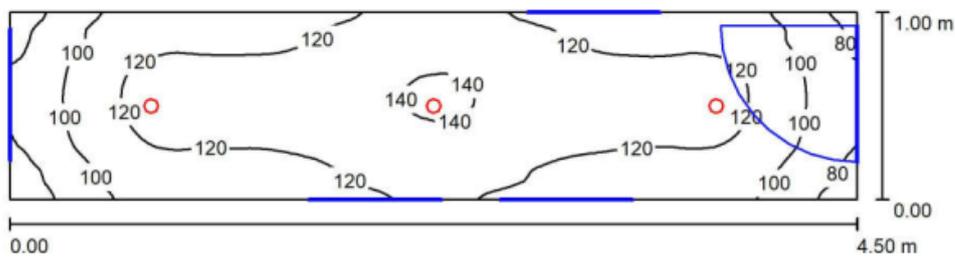
3.6.3 Pasillo Secundario I

Pasillo Secundario I / Lista de luminarias

3 Pieza PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 500 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 500 lm
 Potencia de las luminarias: 6.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 98 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED5-36-/840 (Factor de corrección 1.000).



Pasillo Secundario I / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.855 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:33

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	116	68	141	0.587
Suelo	20	116	68	142	0.582
Techo	70	21	16	24	0.733
Paredes (4)	50	48	18	145	/

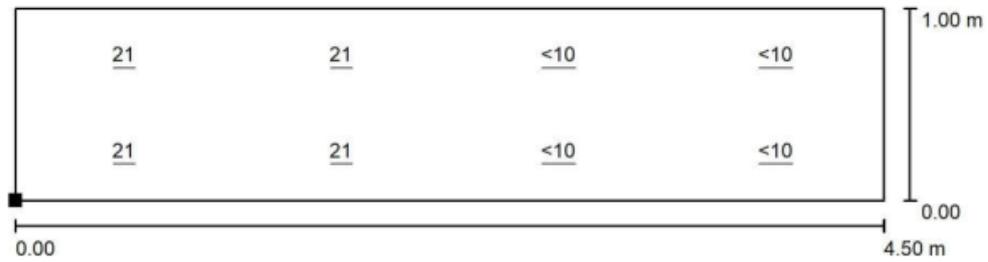
Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

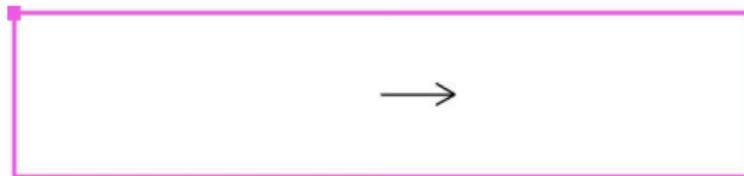
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 (1.000)	500	500	6.0
			Total: 1500	Total: 1500	18.0

Valor de eficiencia energética: $4.00 \text{ W/m}^2 = 3.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.50 m^2)

Pasillo Secundario I / Superficie de cálculo UGR 16 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 33

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (34.650 m, 2.252 m, 0.000 m)



Trama: 4 x 2 Puntos

Min
/Max
21**Sumario de resultados:**

$$E_m = 116 \text{ lx}$$

$$UGR = 21 \text{ (máx.)}$$

$$E_{min}/E_m = 0,587$$

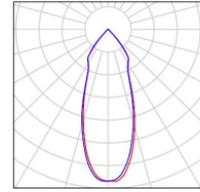
$$VEEI = 3,44 \text{ W / m}^2 / 100 \text{ lx}$$

$$P_{tot} / S_{tot} = 4 \text{ W / m}^2$$

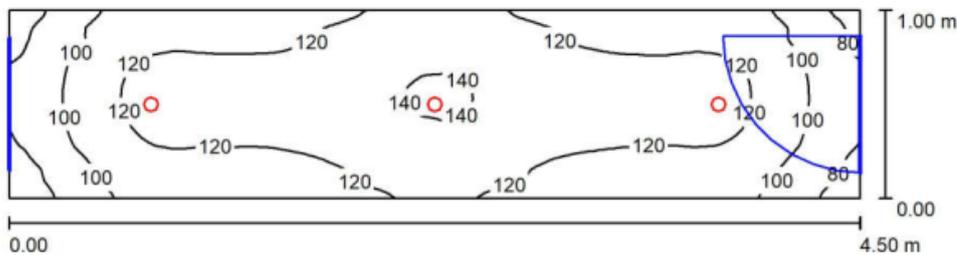
3.6.4 Pasillo Secundario II

Pasillo Secundario II / Lista de luminarias

3 Pieza PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 500 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 500 lm
 Potencia de las luminarias: 6.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 98 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED5-36-/840 (Factor de corrección 1.000).



Pasillo Secundario II / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.851 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:33

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	116	68	141	0.585
Suelo	20	116	67	141	0.579
Techo	70	21	15	23	0.741
Paredes (4)	50	48	17	143	/

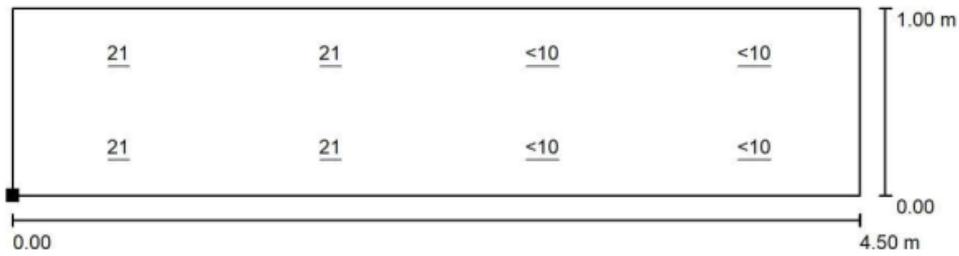
Plano útil:

Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

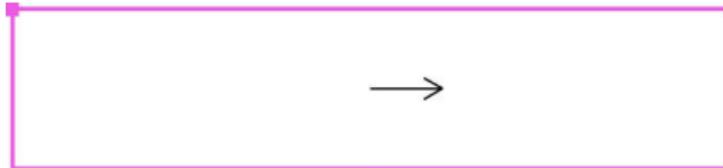
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 (1.000)	500	500	6.0
			Total: 1500	Total: 1500	18.0

Valor de eficiencia energética: $4.00 \text{ W/m}^2 = 3.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.50 m^2)

Pasillo Secundario II / Superficie de cálculo UGR 19 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 33

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(34.649 m, 10.150 m, 0.000 m)



Trama: 4 x 2 Puntos

Min
/Max
21**Sumario de resultados:**

$$E_m = 116 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = 21 \text{ (máx.)}$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,585$$

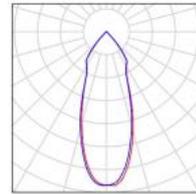
$$\text{VEEI} = 3,45 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 4 \text{ W / m}^2$$

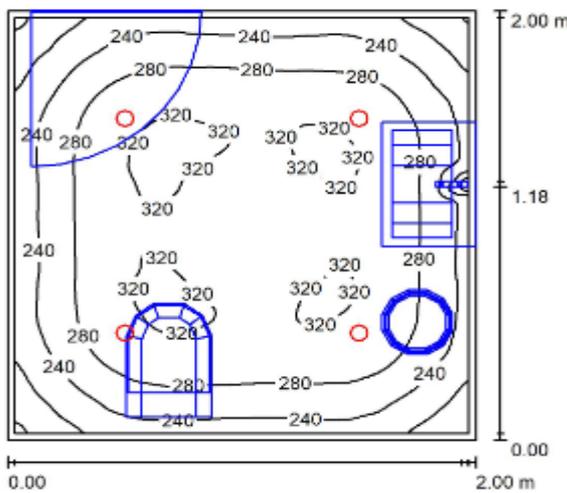
3.6.5 Aseo I

Aseo I / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 500 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 500 lm
 Potencia de las luminarias: 6.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 98 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED5-36-/840 (Factor de corrección 1.000).



Aseo I / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.855 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	277	138	327	0.500
Suelo	20	178	18	251	0.103
Techo	70	39	30	43	0.771
Paredes (4)	50	82	22	163	/

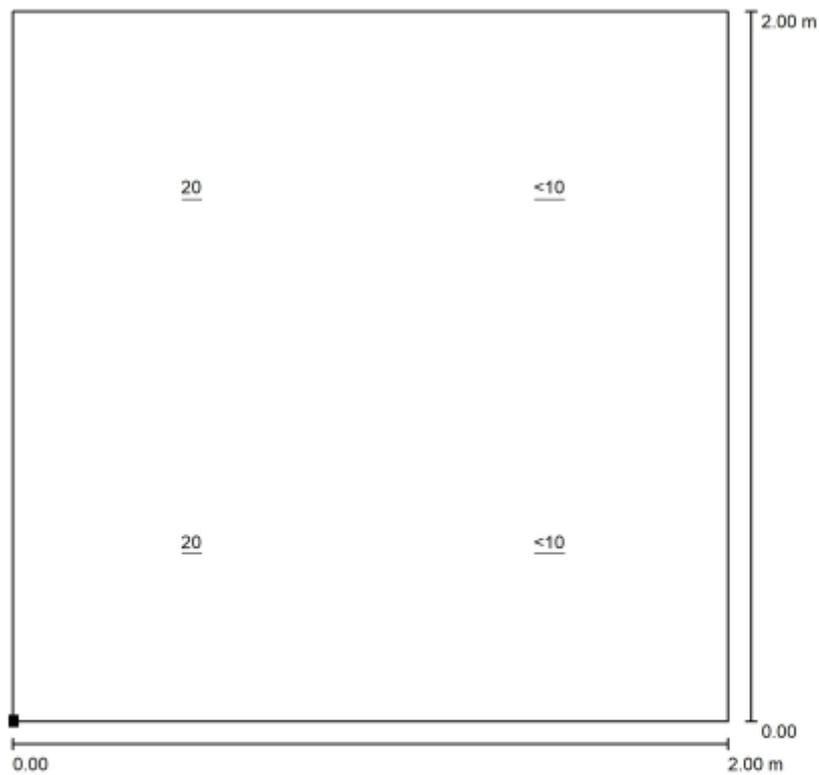
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.030 m

Lista de piezas - Luminarias

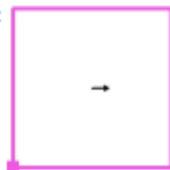
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 (1.000)	500	500	6.0
			Total: 2000	Total: 2000	24.0

Valor de eficiencia energética: $6.00 \text{ W/m}^2 = 2.17 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)

Aseo I / Superficie de cálculo UGR 18 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 16

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(37.150 m, 0.150 m, 1.600 m)



Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/Max
20**Sumario de resultados:**

$$E_m = 277 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = 20 \text{ (máx.)}$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,500$$

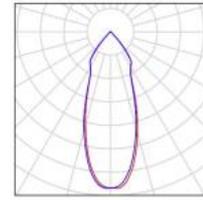
$$\text{VEEI} = 2,17 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 6 \text{ W / m}^2$$

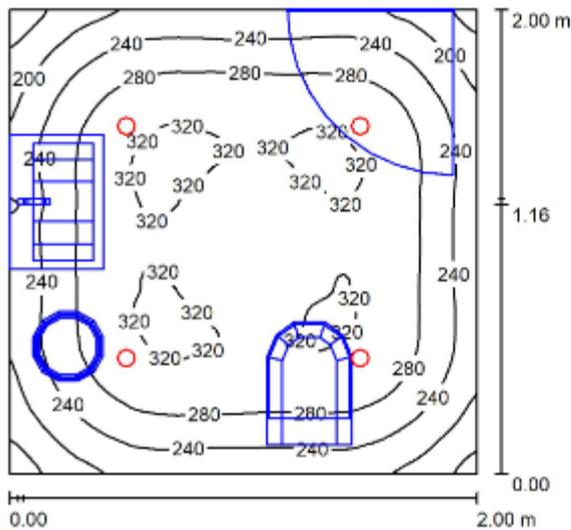
3.6.6 Aseo II

Aseo II / Lista de luminarias

4 Pieza PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 500 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 500 lm
 Potencia de las luminarias: 6.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 98 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED5-36-/840 (Factor de corrección 1.000).



Aseo II / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.855 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	272	133	326	0.489
Suelo	20	178	18	251	0.101
Techo	70	39	30	43	0.772
Paredes (4)	50	82	22	163	/

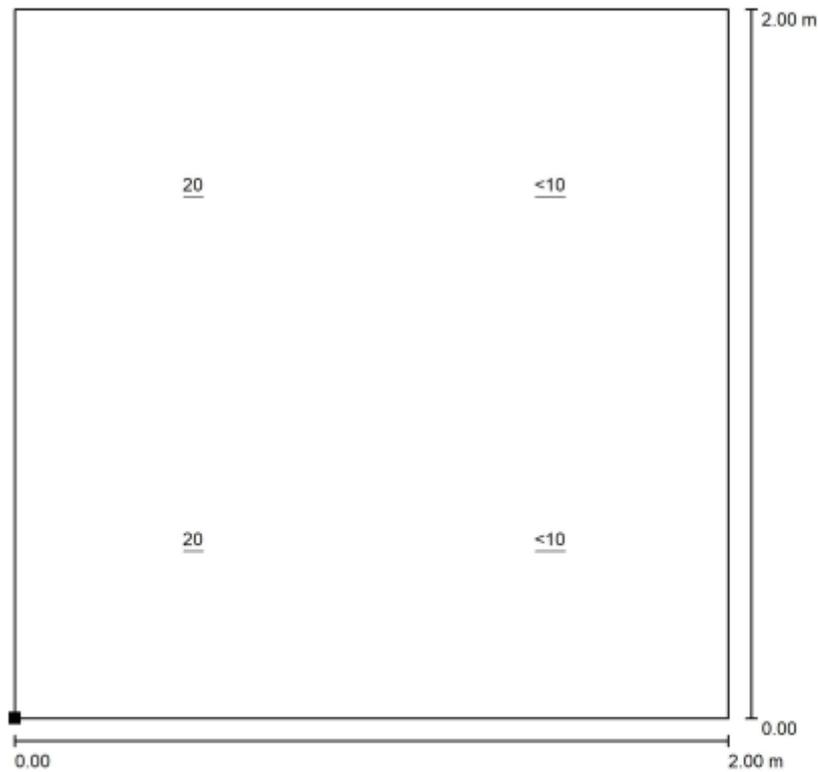
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

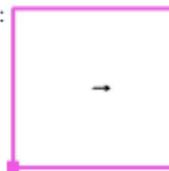
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 (1.000)	500	500	6.0
			Total: 2000	Total: 2000	24.0

Valor de eficiencia energética: $6.00 \text{ W/m}^2 = 2.21 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)

Aseo II / Superficie de cálculo UGR 18 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 16

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (35.050 m, 0.150 m, 1.600 m)



Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/Max
20**Sumario de resultados:**

$$E_m = 272 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = 20 \text{ (máx.)}$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,489$$

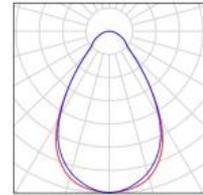
$$\text{VEEI} = 2,21 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$\text{Ptot} / \text{Stot} = 6 \text{ W / m}^2$$

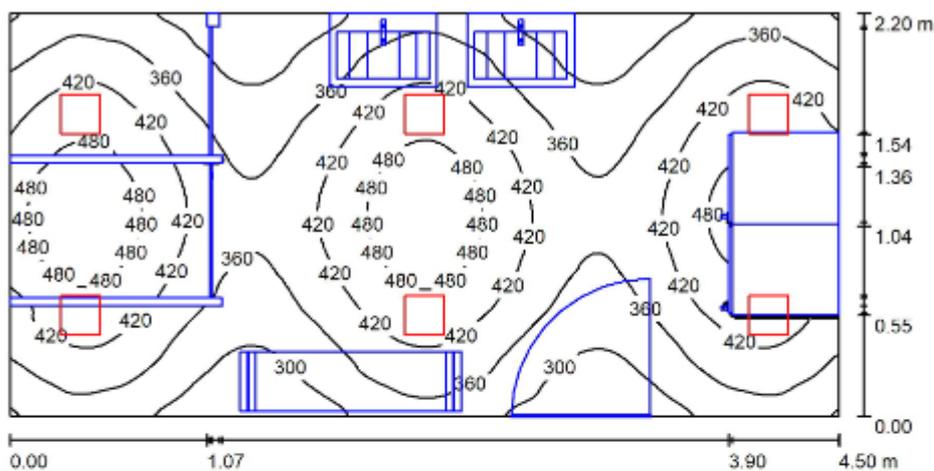
3.6.7 Vestuario

Vestuario / Lista de luminarias

6 Pieza PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/840 WR
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1150 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 1150 lm
 Potencia de las luminarias: 10.8 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 91 98 100 100
 Lámpara: 1 x LED12S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Vestuario / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:33

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	385	250	520	0.650
Suelo	20	278	202	321	0.726
Techo	70	70	50	84	0.715
Paredes (4)	50	162	55	455	/

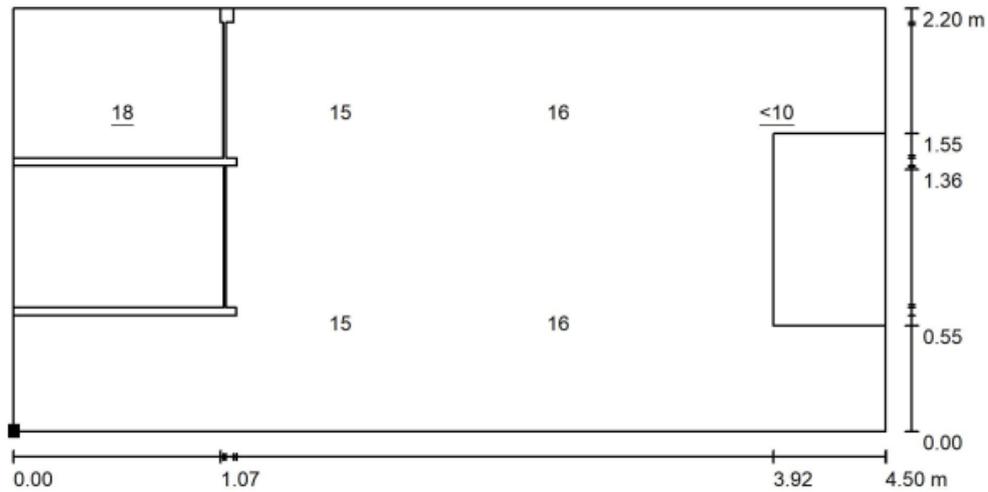
Plano útil:

Altura: 1.200 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/840 WR (1.000)	1150	1150	10.8
			Total: 6900	Total: 6900	64.8

Valor de eficiencia energética: 6.55 W/m² = 1.70 W/m²/100 lx (Base: 9.90 m²)

Vestuario / Superficie de cálculo UGR 18 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 33

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (34.650 m, 3.350 m, 1.600 m)



Trama: 4 x 2 Puntos

Min
/Max
18**Sumario de resultados:**

$$E_m = 385 \text{ lx}$$

$$UGR = 18 \text{ (máx.)}$$

$$E_{min}/E_m = 0,650$$

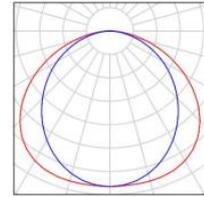
$$VEEI = 1,7 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$P_{tot} / S_{tot} = 6,55 \text{ W / m}^2$$

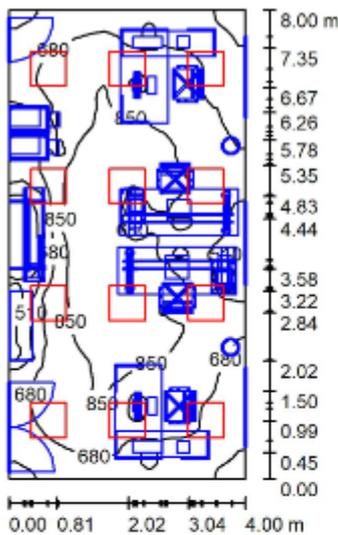
3.6.8 Oficina

Oficina / Lista de luminarias

12 Pieza PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 36.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
 Lámpara: 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Oficina / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.845 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:103

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	722	107	951	0.148
Suelo	20	380	50	678	0.132
Techo	70	188	135	274	0.718
Paredes (4)	50	408	37	1041	/

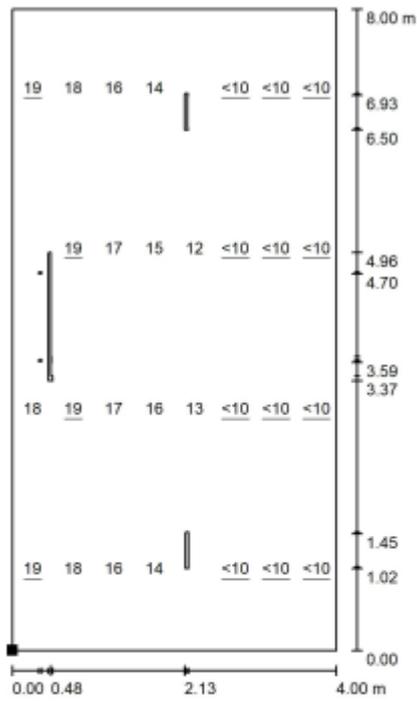
Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC (1.000)	3600	3600	36.0
Total:			43200	43200	432.0

Valor de eficiencia energética: $13.50 \text{ W/m}^2 = 1.87 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 32.00 m^2)

Oficina / Superficie de cálculo UGR 21 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 63

No pudieron representarse todos los valores calculados.

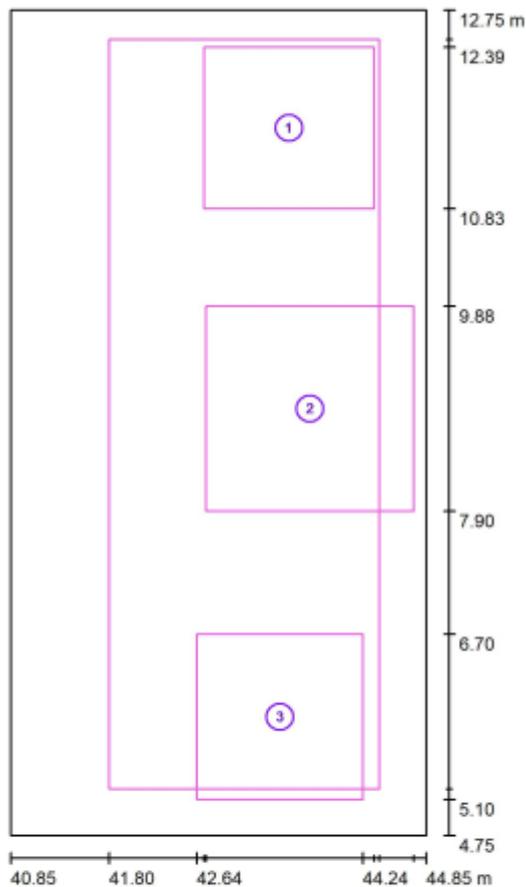
Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (40.849 m, 4.750 m, 1.200 m)



Trama: 4 x 8 Puntos

Min
/

Max
19

Oficina / superficie de trabajo 3 / Sumario de los resultados

Escala 1 : 55

N°	Designación	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
	Área de tarea 1	32 x 32	668	533	784	0.798	0.680
	Área de tarea 2	8 x 8	768	624	855	0.813	0.730
	Área de tarea 3	16 x 16	676	480	792	0.710	0.606
	Área circundante	128 x 128	818	450	924	0.550	0.486

Sumario de resultados:

Se calculó en función de las áreas de trabajo especificadas.

$$E_m = (668 + 768 + 676 + 818) / 4 = 733 \text{ lx}$$

$$UGR = 19 \text{ (máx.)}$$

$$E_{min}/E_m = (0,680 + 0,730 + 0,606 + 0,486) / 4 = 0,623$$

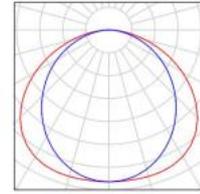
$$VEEI = 1,87 \text{ W / m}^2 / 100 \text{ lx}$$

$$P_{tot} / S_{tot} = 13,50 \text{ W / m}^2$$

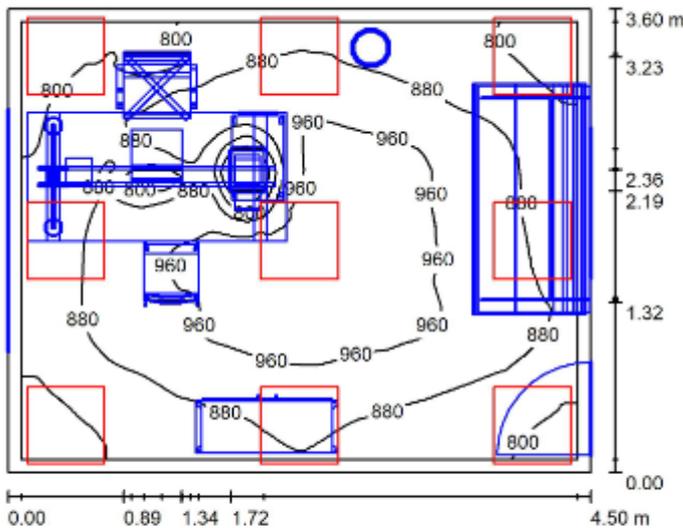
3.6.9 Despacho

Despacho / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 36.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 46 78 95 100 100
 Lámpara: 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Despacho / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.843 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:47

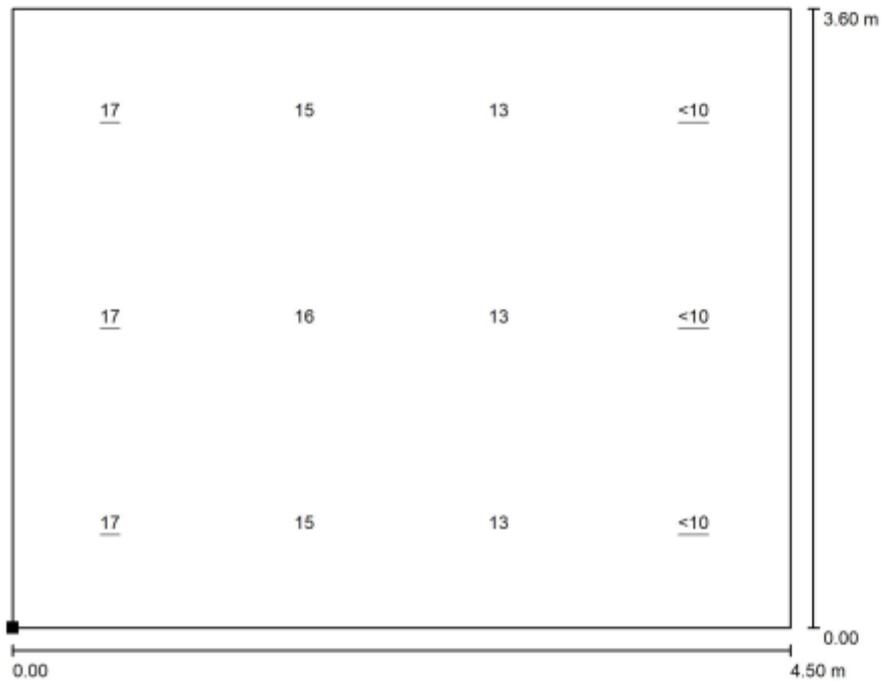
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	888	645	1013	0.726
Suelo	20	453	57	758	0.127
Techo	70	226	60	522	0.266
Paredes (4)	50	593	40	2713	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.100 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC (1.000)	3600	3600	36.0
Total:			32400	32400	324.0

Valor de eficiencia energética: 20.00 W/m² = 2.25 W/m²/100 lx (Base: 16.20 m²)

Despacho / Superficie de cálculo UGR 10 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 33

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(34.650 m, 11.250 m, 1.200 m)



Trama: 4 x 3 Puntos

Min
/Max
17**Sumario de resultados:**

$$E_m = 888 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = 17 \text{ (máx.)}$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,726$$

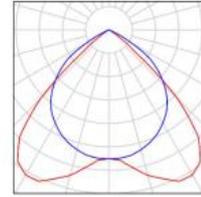
$$\text{VEEI} = 2,25 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 20 \text{ W / m}^2$$

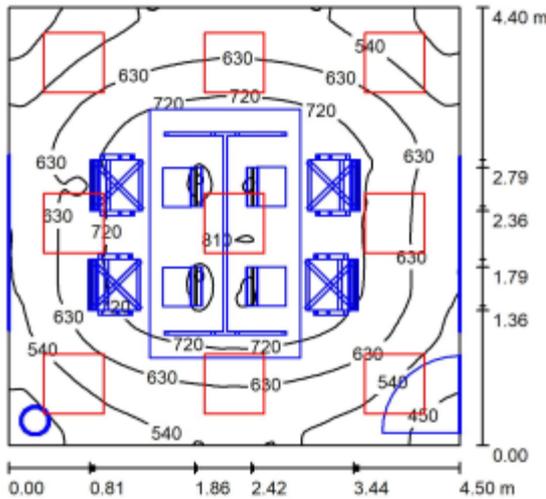
3.6.10 Sala de Reuniones

Sala de Reuniones / Lista de luminarias

9 Pieza PHILIPS TBS165 G 3xTL5-14W HFS C6
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2520 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm
 Potencia de las luminarias: 46.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 66 98 100 100 70
 Lámpara: 3 x TL5-14W/840 (Factor de corrección 1.000).



Sala de Reuniones / Resumen



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.051 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:57

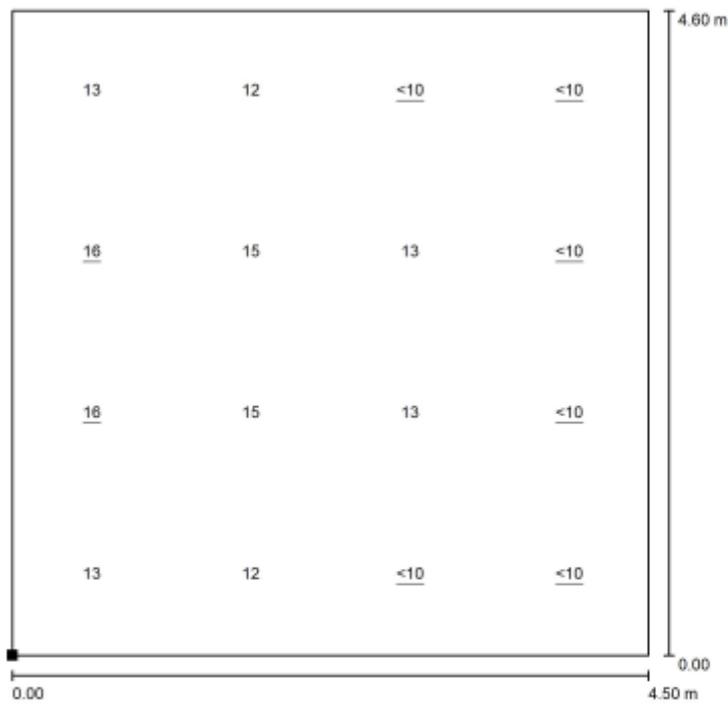
Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	639	400	817	0.627
Suelo	20	340	59	499	0.172
Techo	70	128	65	167	0.507
Paredes (4)	50	305	108	713	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	9	PHILIPS TBS165 G 3xTL5-14W HFS C6 (1.000)	2520	3600	46.0
Total:			22680	32400	414.0

Valor de eficiencia energética: $20.91 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.80 m^2)

Sala de Reuniones / Superficie de cálculo UGR 8 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 36

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (34.650 m, 5.547 m, 1.200 m)



Trama: 4 x 4 Puntos

Min
/Max
16**Sumario de resultados:**

$$E_m = 639 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = 16 \text{ (máx.)}$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,627$$

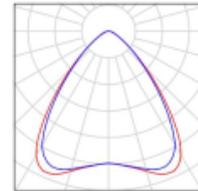
$$\text{VEEI} = 3,27 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 20,91 \text{ W / m}^2$$

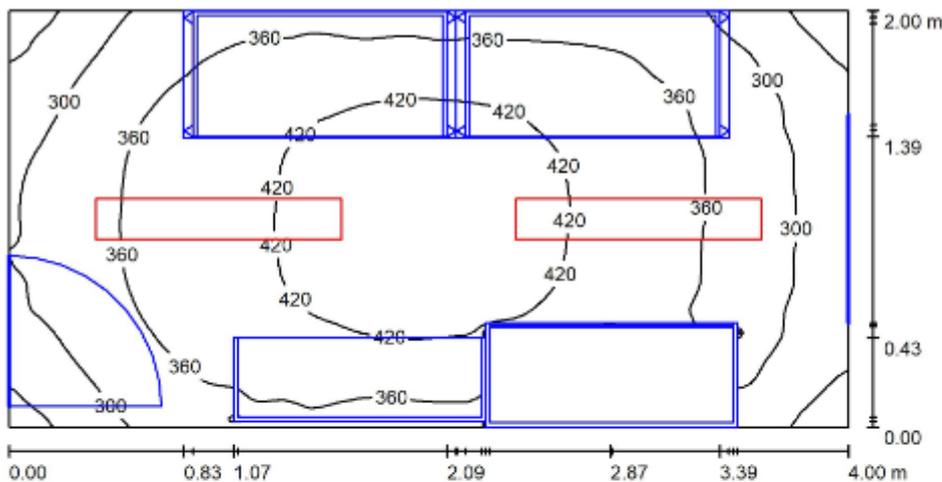
3.6.11 Archivos

Archivos / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS SM134V PSD W20L120 1 xLED27S/840 OC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2700 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2700 lm
 Potencia de las luminarias: 22.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 75 95 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED27S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Archivos / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	363	209	466	0.576
Suelo	20	260	192	320	0.737
Techo	70	52	39	62	0.754
Paredes (4)	50	138	45	255	/

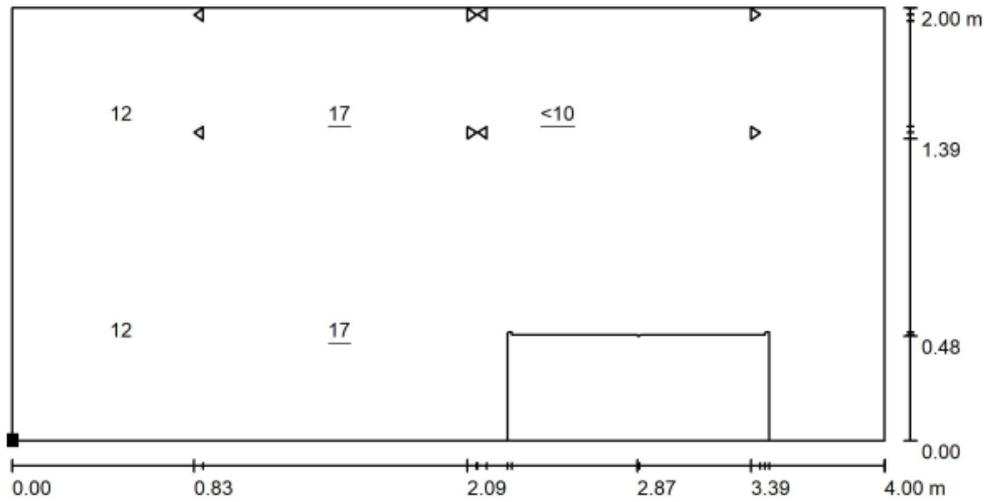
Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS SM134V PSD W20L120 1 xLED27S/840 OC (1.000)	2700	2700	22.0
			Total: 5400	Total: 5400	44.0

Valor de eficiencia energética: 5.50 W/m² = 1.51 W/m²/100 lx (Base: 8.00 m²)

Archivos / Superficie de cálculo UGR 20 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 29

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (40.850 m, 12.850 m, 1.200 m)



Trama: 4 x 2 Puntos

Min
/

Max
17

Sumario de resultados:

$$E_m = 363 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = 17 \text{ (máx.)}$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,576$$

$$\text{VEEI} = 1,51 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

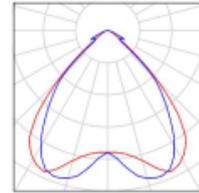
$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 5,5 \text{ W / m}^2$$

3.6.12 Almacén

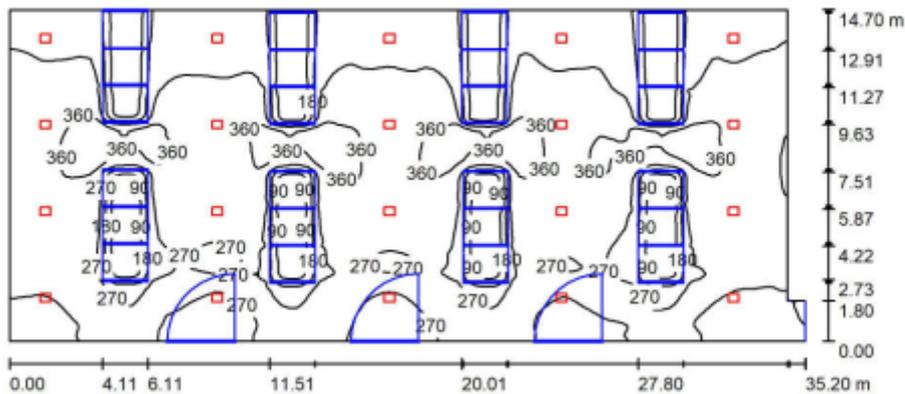
Almacén / Lista de luminarias

20 Pieza PHILIPS BY470P 1 xECO170S/865 WB GC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 17000 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 17000 lm
 Potencia de las luminarias: 120.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 70 96 100 100 100
 Lámpara: 1 x ECO170S/865/- (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Almacén / Resumen



Altura del local: 10.000 m, Altura de montaje: 8.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:252

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	262	25	443	0.097
Suelo	20	261	23	442	0.088
Techo	70	74	44	86	0.592
Paredes (6)	50	156	19	946	/

Plano útil:

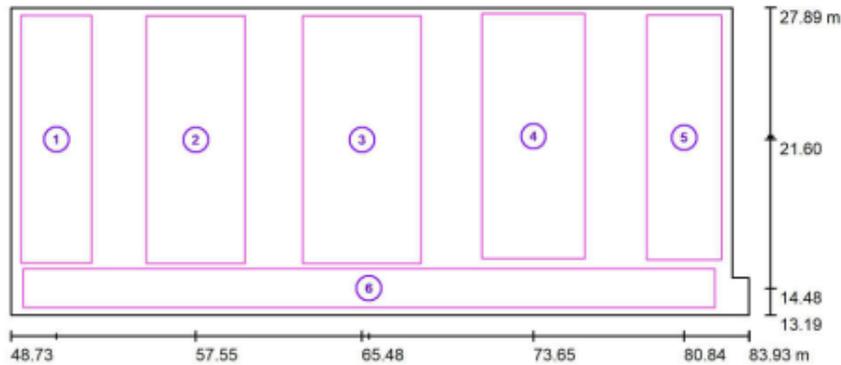
Altura: 0.000 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	PHILIPS BY470P 1 xECO170S/865 WB GC (1.000)	17000	17000	120.0
Total:			340000	340000	2400.0

Valor de eficiencia energética: 4.73 W/m² = 1.81 W/m²/100 lx (Base: 507.05 m²)

Almacén / Superficie de cálculo (lista de coordenadas)

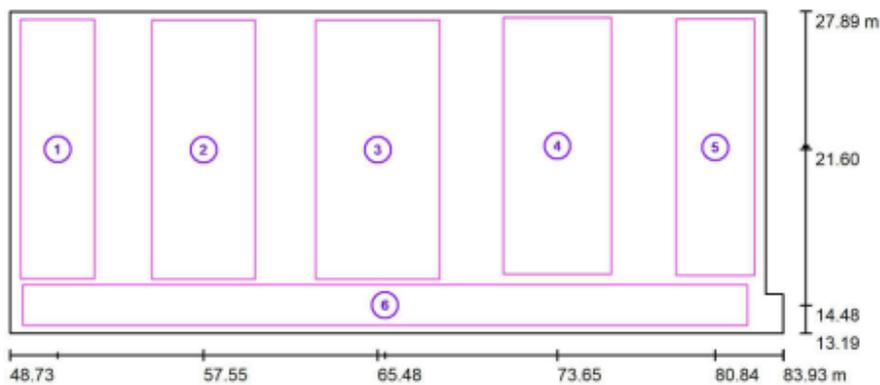


Escala 1 : 252

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Posición [m]			Tamaño [m]		Rotación [°]		
		X	Y	Z	L	A	X	Y	Z
1	Superficie de cálculo 1	50.909	21.607	0.000	3.385	11.847	0.000	0.000	0.000
2	Superficie de cálculo 2	57.554	21.600	0.000	4.692	11.847	0.000	0.000	0.000
3	Superficie de cálculo 3	65.477	21.600	0.000	5.646	11.847	0.000	0.000	0.000
4	Superficie de cálculo 4	73.650	21.762	0.000	4.900	11.723	0.000	0.000	0.000
5	Superficie de cálculo 5	80.839	21.700	0.000	3.579	11.723	0.000	0.000	0.000
6	Superficie de cálculo 6	65.807	14.478	0.000	32.986	1.844	0.000	0.000	0.000

Almacén / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



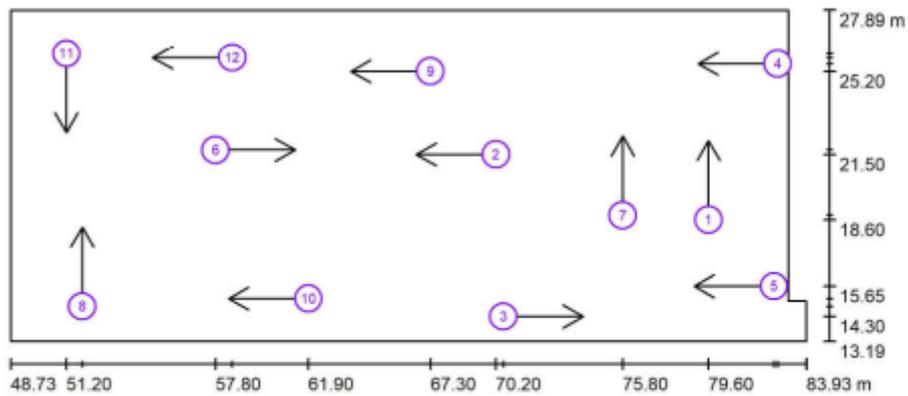
Escala 1 : 252

Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 1	perpendicular	16 x 32	318	236	424	0.742	0.556
2	Superficie de cálculo 2	perpendicular	32 x 64	306	221	409	0.720	0.539
3	Superficie de cálculo 3	perpendicular	32 x 64	313	222	395	0.710	0.562
4	Superficie de cálculo 4	perpendicular	32 x 64	308	218	410	0.706	0.531
5	Superficie de cálculo 5	perpendicular	16 x 32	314	231	401	0.733	0.575
6	Superficie de cálculo 6	perpendicular	128 x 8	275	215	333	0.779	0.645

Resumen de los resultados

Tipo	Cantidad	Media [lx]	Min [lx]	Max [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
perpendicular	6	305	215	424	0.70	0.51

Almacén / Observador UGR (sumario de resultados)

Escala 1 : 252

Lista de puntos de cálculo UGR

N°	Designación	Posición [m]			Dirección visual [°]	Valor
		X	Y	Z		
1	Punto de cálculo UGR 1	79.600	18.600	0.000	90.0	22
2	Punto de cálculo UGR 2	70.200	21.500	0.000	180.0	23
3	Punto de cálculo UGR 3	70.529	14.300	0.000	0.0	20
4	Punto de cálculo UGR 4	82.659	25.545	0.000	180.0	21
5	Punto de cálculo UGR 5	82.498	15.645	0.000	180.0	20
6	Punto de cálculo UGR 6	57.800	21.700	0.000	0.0	24
7	Punto de cálculo UGR 7	75.800	18.800	0.000	90.0	24
8	Punto de cálculo UGR 8	51.900	14.747	0.000	90.0	23
9	Punto de cálculo UGR 9	67.300	25.200	0.000	180.0	24
10	Punto de cálculo UGR 10	61.900	15.100	0.000	180.0	18
11	Punto de cálculo UGR 11	51.200	26.000	0.000	-90.0	24
12	Punto de cálculo UGR 12	58.536	25.820	0.000	180.0	23

Sumario de resultados:

$$E_m = 305 \text{ lx}$$

$$UGR = 22 \text{ (media de los puntos de cálculo UGR)}$$

$$E_{min}/E_m = 0,510$$

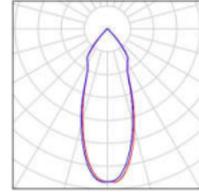
$$VEEI = 1,81 \text{ W / m}^2 \text{ / } 100 \text{ lx}$$

$$P_{tot} / S_{tot} = 4,73 \text{ W / m}^2$$

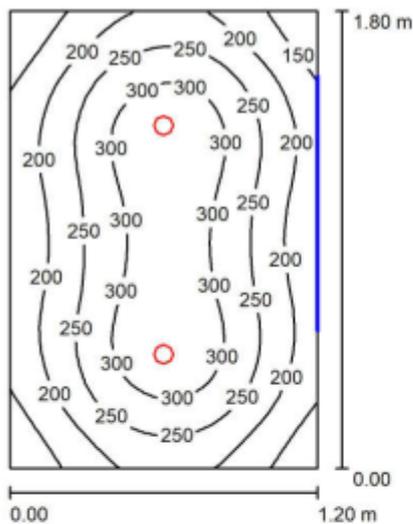
3.6.13 Sala Grupo Incendios

Sala Grupo Incendio / Lista de luminarias

2 Pieza PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 500 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 500 lm
 Potencia de las luminarias: 6.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 98 99 100 100
 Lámpara: 1 x LED5-36-/840 (Factor de corrección 1.000).



Sala Grupo Incendio / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.555 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:24

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	240	109	336	0.454
Suelo	20	162	110	204	0.679
Techo	70	28	22	32	0.780
Paredes (4)	50	65	24	177	/

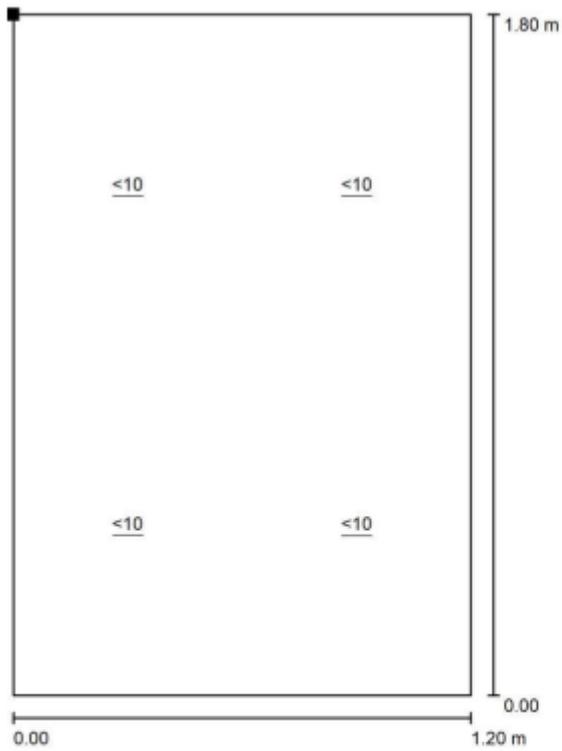
Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 32 x 32 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 (1.000)	500	500	6.0
			Total: 1000	Total: 1000	12.0

Valor de eficiencia energética: $5.56 \text{ W/m}^2 = 2.31 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.16 m^2)

Sala Grupo Incendio / Superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)

Escala 1 : 15

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(0.150 m, 1.950 m, 1.000 m)



Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/Max
/**Sumario de resultados:**

$$E_m = 240 \text{ lx}$$

$$\text{UGR} = <10$$

$$E_{\text{min}}/E_m = 0,454$$

$$\text{VEEI} = 2,31 \text{ W / m}^2 / 100 \text{ lx}$$

$$P_{\text{tot}} / S_{\text{tot}} = 5,56 \text{ W / m}^2$$

3.7 Alumbrado de emergencia

Tal como se ha especificado en el apartado de protección contra incendios, la presente nave está situada en una planta sobre rasante, con ocupación estimada $P = 10$ y riesgo intrínseco es alto por lo que necesita la instalación del alumbrado de emergencia.

Atendiendo también al Documento Básico SUA, sección 4, apartado 2.1, se requerirá de alumbrado de emergencia en estos casos:

- Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro.
- Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios.

3.7.1 Requerimientos mínimos

Para el cálculo de esta instalación, se hará uso del software Daisa, desarrollado por la empresa Daisalux. La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá una serie de condiciones, condiciones que el software considera para sus cálculos por defecto.

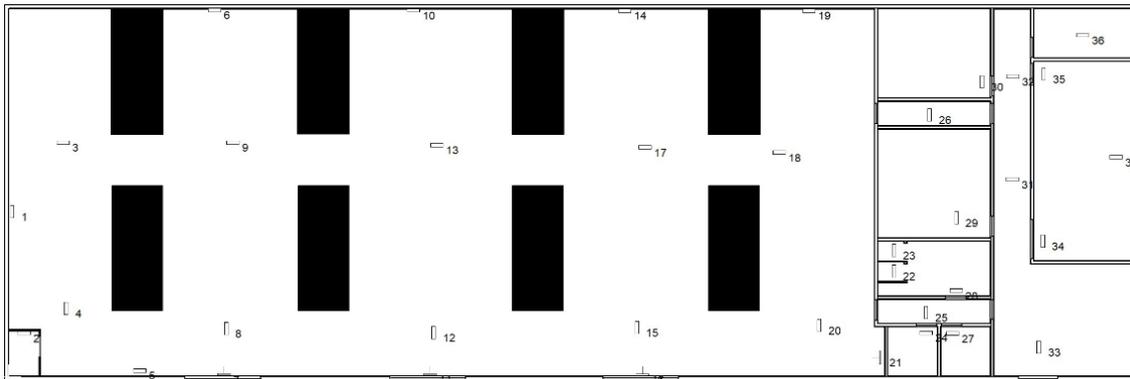
Los requerimientos son los solicitados en el reglamento de protección contra incendios en establecimientos industriales y en la ITC-BT-28 del REBT que son los siguientes:

- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- Proporciona una iluminancia mínima de 0,5 lux en todo el espacio hasta 1 m de altura (desde el suelo).
- La iluminancia será ≥ 5 lx en los dispositivos como los cuadros o los puntos de seguridad (elementos de protección contra incendios).
- 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 < 40 .
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

Otras consideraciones:

- La altura mínima de las luminarias será de 2m sobre el suelo.
- Se considerará que la instalación se realizará o en pared o empotradas en falso techo.

3.7.1 Plano de situación de las luminarias



N°	Referencia	Coordenadas					
		m.			°		
		x	y	h	γ	α	β
1	HYDRA LD N10	0.14	6.58	4.00	90	0	0
2	HYDRA LD N7 A	0.63	1.75	2.80	0	0	0
3	HYDRA LD N10	2.18	9.36	8.00	0	0	0
4	HYDRA LD N10	2.29	2.73	8.00	-90	0	0
5	HYDRA LD N10	5.22	0.25	4.00	0	0	0
6	HYDRA LD N10	8.18	14.65	4.00	0	0	0
7	HYDRA LD N7 A	8.55	0.09	4.00	0	90	0
8	HYDRA LD N10	8.64	1.93	8.00	90	0	0
9	HYDRA LD N10	8.90	9.36	8.00	0	0	0
10	HYDRA LD N10	16.07	14.63	4.00	0	0	0
11	HYDRA LD N7 A	16.73	0.09	4.00	0	90	0
12	HYDRA LD N10	16.88	1.77	8.00	90	0	0
13	HYDRA LD N10	17.00	9.26	8.00	0	0	0
14	HYDRA LD N10	24.46	14.63	4.00	0	0	0
15	HYDRA LD N10	24.95	1.98	8.00	90	0	0
16	HYDRA LD N7 A	25.17	0.08	4.00	0	90	0
17	HYDRA LD N10	25.27	9.16	8.00	-180	0	0
18	HYDRA LD N10	30.59	8.96	8.00	0	0	0

N°	Referencia	Coordenadas					
		m.		°			
		x	y	h	γ	α	β
19	HYDRA LD N10	31.77	14.63	4.00	0	0	0
20	HYDRA LD N10	32.18	2.06	8.00	90	0	0
21	HYDRA LD N3	34.60	0.76	2.50	90	90	0
22	HYDRA LD N3	35.15	4.22	2.80	-90	0	0
23	HYDRA LD N3	35.15	5.04	2.80	-90	0	0
24	HYDRA LD N3	36.42	1.75	2.80	0	0	0
25	HYDRA LD N3	36.42	2.57	2.80	-90	0	0
26	HYDRA LD N3	36.56	10.46	2.80	-90	0	0
27	HYDRA LD N3	37.47	1.72	2.80	0	0	0
28	HYDRA LD N3	37.62	3.44	2.80	0	0	0
29	HYDRA LD N10	37.63	6.35	2.80	-90	0	0
30	HYDRA LD N10	38.64	11.78	2.80	90	0	0
31	HYDRA LD N3	39.85	7.88	2.80	0	0	0
32	HYDRA LD N3	39.88	11.99	2.80	0	0	0
33	HYDRA LD N10	40.90	1.18	2.80	-90	0	0
34	HYDRA LD N7 A	41.06	5.42	2.80	90	0	0
35	HYDRA LD N7 A	41.09	12.08	2.80	90	0	0
36	LUNA LD N3	42.64	13.64	2.80	0	0	0
37	HYDRA LD N3	43.97	8.77	2.80	0	0	0

3.7.2 Luminarias utilizadas

- Luminaria HYDRA LD N10

Modelo : HYDRA LD N10

Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

Formato: Hydra
 Funcionamiento: No permanente LED
 Autonomía (h): 1
 Lámpara en emergencia: ILMLED
 Piloto testigo de carga: LED
 Lámpara en red: -
 Grado de protección: IP42 IK04
 Aislamiento eléctrico: Clase II
 Dispositivo verificación: No
 Conexión telemando: Sí
 Altura de colocación (m): -
 Tipo batería: NiCd

Acabados:

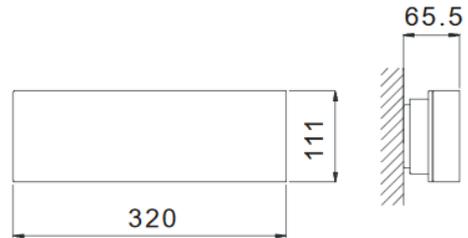
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

Tarifa:

Precio (€): 090,60
 Grupo de producto: Nivel dto A

Fotometría:

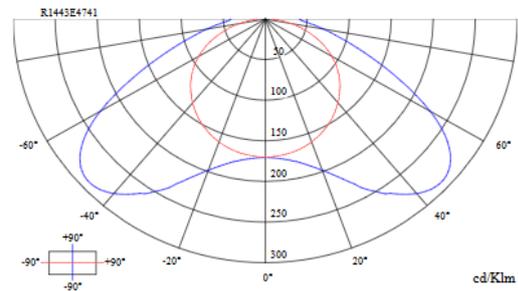
Flujo emerg. (lm):500



Hydra



Hydra LD



Curvas polares

- Luminaria HYDRA LD N3

Modelo : HYDRA LD N3

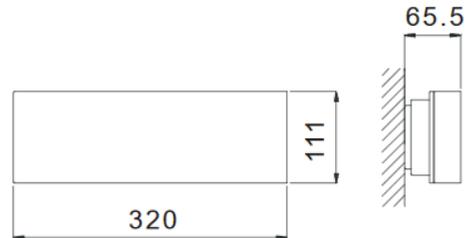
Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

Formato: Hydra
 Funcionamiento: No permanente LED
 Autonomía (h): 1
 Lámpara en emergencia: ILMLED
 Piloto testigo de carga: LED
 Lámpara en red: -
 Grado de protección: IP42 IK04
 Aislamiento eléctrico: Clase II
 Dispositivo verificación: No
 Conexión telemando: Si
 Altura de colocación (m): -
 Tipo batería: NiCd

**Acabados:**

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

Tarifa:

Precio (€): 055,62
 Grupo de producto: Nivel dto A

Hydra

Fotometría:

Flujo emerg. (lm):160

- Luminaria HYDRA LD N7

Modelo : HYDRA LD N7 A

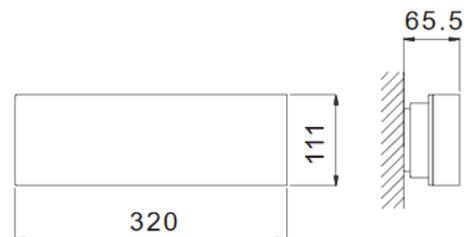
Fabricante: Daisalux Serie: Hydra Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red. Un microprocesador interno chequea el estado del aparato y realiza periódicamente test funcionales y de autonomía informando sobre su estado, mediante dos pilotos LED que incorpora. Los test pueden solicitarse manualmente mediante una orden de Telemando ON en presencia de red.

Características:

Formato: Hydra
 Funcionamiento: No permanente LED AutoTest
 Autonomía (h): 1
 Lámpara en emergencia: ILMLED
 Piloto testigo de carga: LED
 Lámpara en red: -
 Grado de protección: IP42 IK04
 Aislamiento eléctrico: Clase II
 Dispositivo verificación: AutoTest
 Conexión telemando: Si
 Altura de colocación (m): -
 Tipo batería: NiMH

**Acabados:**

Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

Tarifa:

Precio (€): 093,75
 Grupo de producto: Nivel dto A

Hydra

Fotometría:

Flujo emerg. (lm):370

- Luminaria LUNA LD N3

Modelo : LUNA LD N3

Fabricante: Daisalux Serie: Luna Tipo producto: Luminarias de emergencia autónomas

Descripción:

Cuerpo circular con bordes redondeados que consta de una carcasa fabricada en PC/ASA y difusor en policarbonato. Apta para colocación en superficie o empotrada techo/pared.

Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red.

Características:

- Formato: Luna
- Funcionamiento: No Permanente
- Autonomía (h): 1
- Lámpara en emergencia: ILMLED
- Piloto testigo de carga: LED
- Lámpara en red: -
- Grado de protección: IP42 IK04
- Aislamiento eléctrico: Clase II
- Dispositivo verificación: No
- Conexión telemando: Si
- Altura de colocación (m): -
- Tipo batería: NiCd

Acabados:

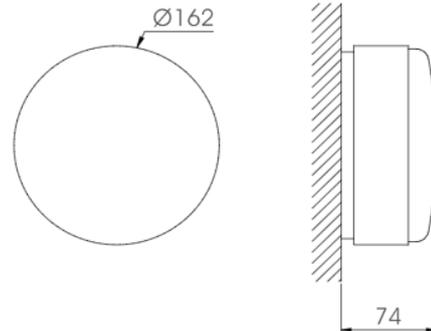
Tensión de alimentación: 220-230V 50/60Hz

Tarifa:

Precio (€): 060,30
 Grupo de producto: Nivel dto A

Fotometría:

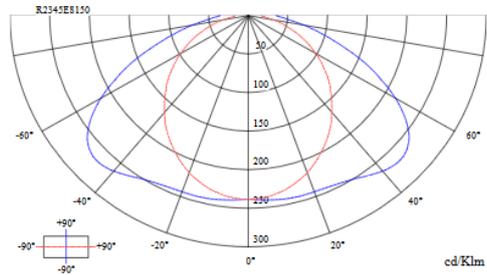
Flujo emerg. (lm):150



Luna



Luna

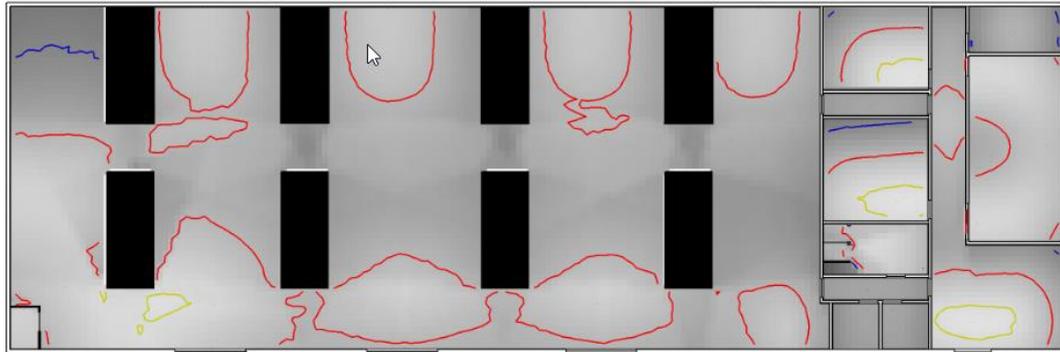


Curvas polares

3.7.3 Resultados del alumbrado antipánico

- Gráfico de tramas y de las curvas isolux a 0.00 m

Tramas e isolux a 0.00 m.



Leyenda:

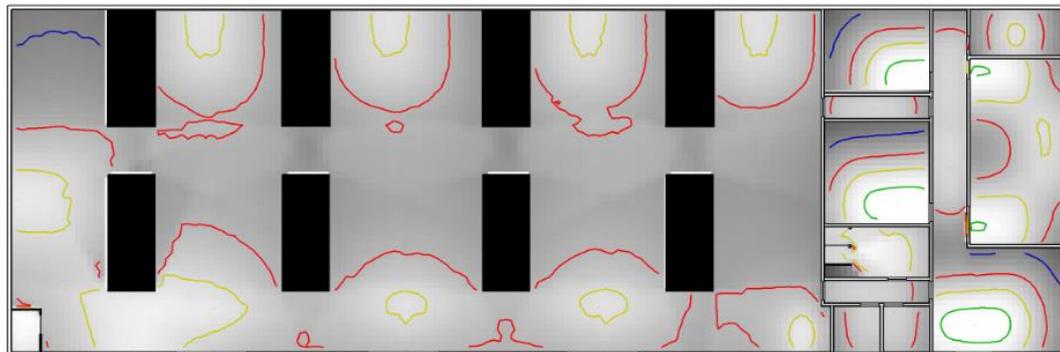


0.5 1.0 2.0 5.0 10.0 20.0 lx

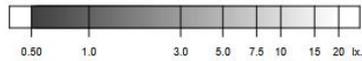
	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40.00 mx/mn.	12.86 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 536.1 m ²
Iluminación media:	---	5.11 lx

- Gráfico de tramas y de las curvas isolux a 1.00 m

Tramas e isolux a 1.00 m.



Leyenda:



0.5 1.0 2.0 5.0 10.0 20.0 lx

	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40.00 mx/mn.	37.58 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	100.0 % de 536.1 m ²
Iluminación media:	---	6.61 lx

3.7.4 Resultados del alumbrado en los recorridos de evacuación

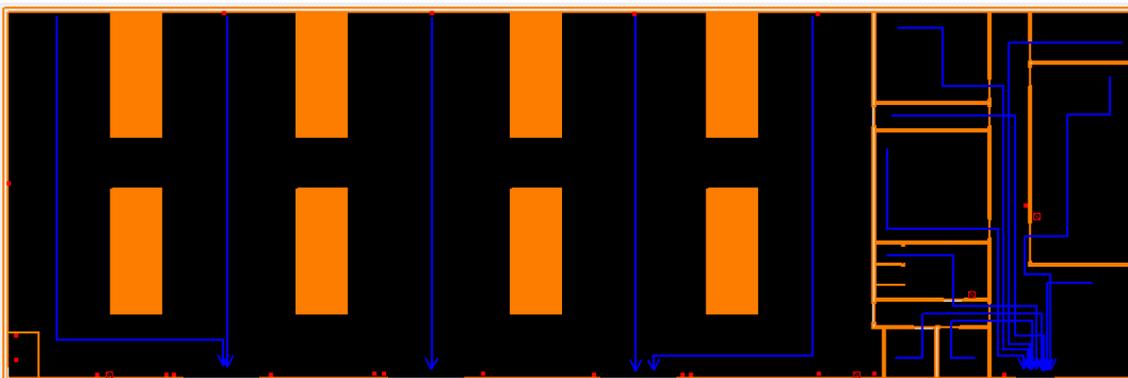
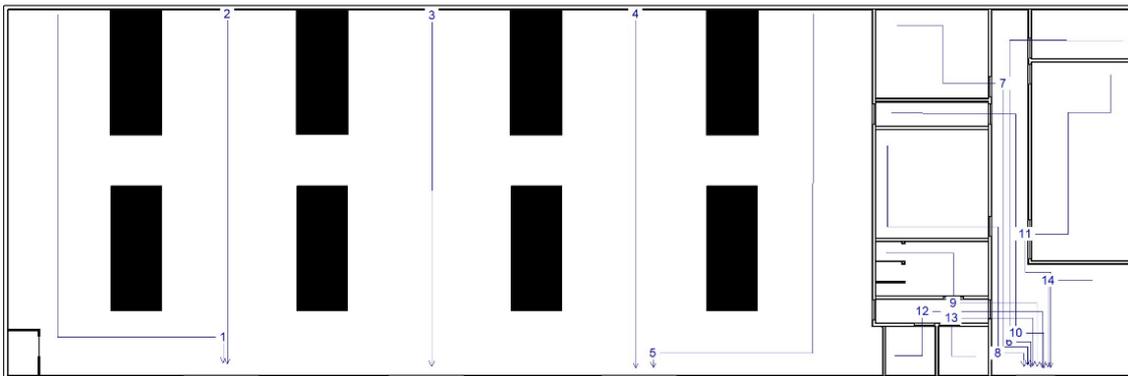
Los recorridos de evacuación supuestos en el cálculo lumínico antipánico y de evacuación se han determinado en función de la definición formal del origen de evacuación en los distintos reglamentos.

Origen de evacuación

Se considerará como origen de evacuación todo punto ocupable en un edificio. Sin embargo, en viviendas y en todo recinto que no sea de densidad elevada y cuya superficie sea menor que 50 m² (despachos de oficinas, etc.), el origen de evacuación puede considerarse situado en la puerta de la vivienda o del recinto.

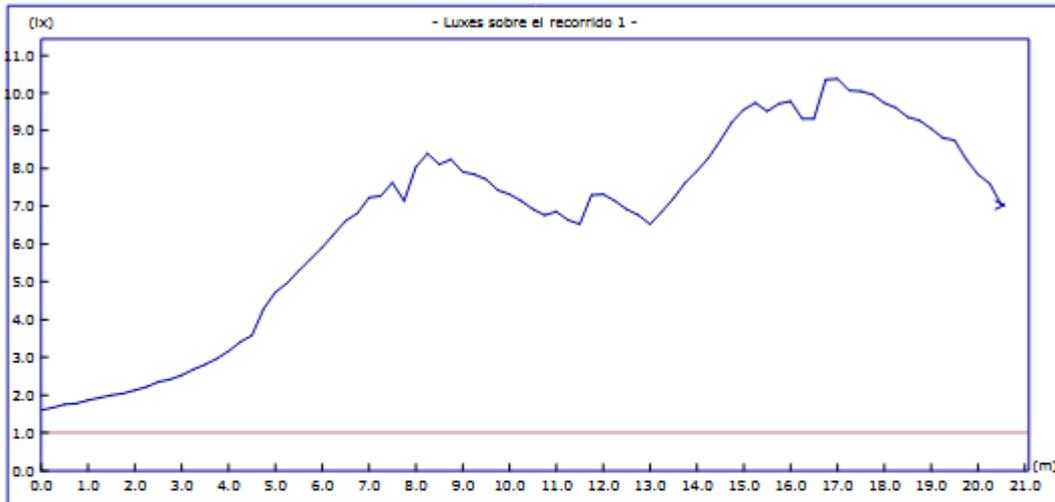
Cuando varios recintos que no sean de densidad elevada (superior a 1 persona/5 m²) estén comunicados entre sí y la suma de sus superficies sea menor que 50 m², el origen de evacuación también podrá considerarse situado en la puerta de salida a espacios generales de circulación.

- Recorridos de evacuación de la nave industrial:



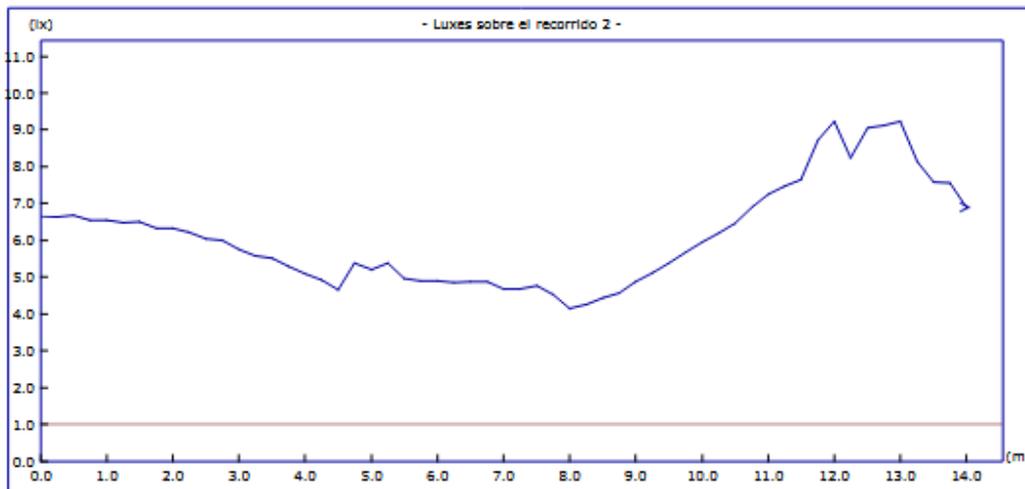
A continuación, se mostrarán las gráficas de luxes sobre el recorrido y la iluminación media a 0 metros de altura sobre el suelo para todos los recorridos.

- Recorrido 1



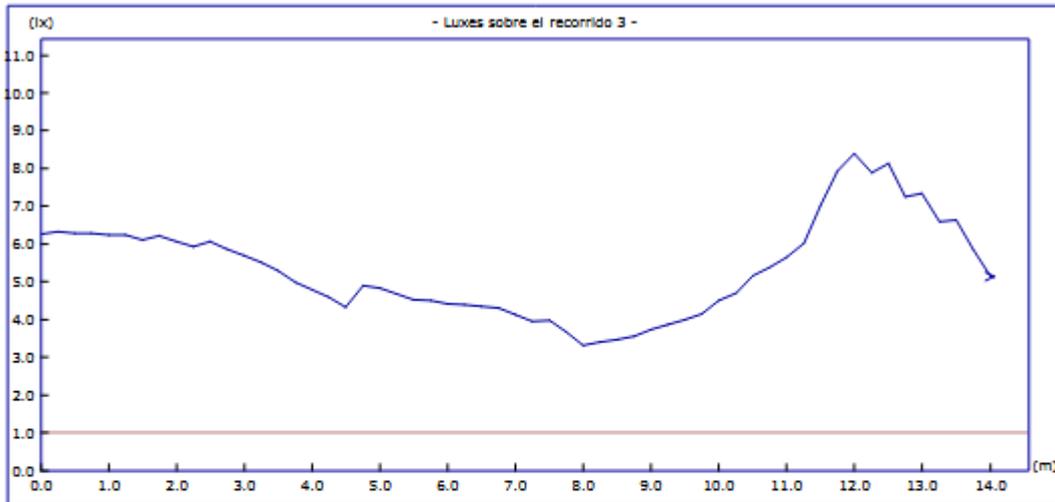
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	6.49 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	1.60 lx.
lx. máximos:	---	10.38 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 2



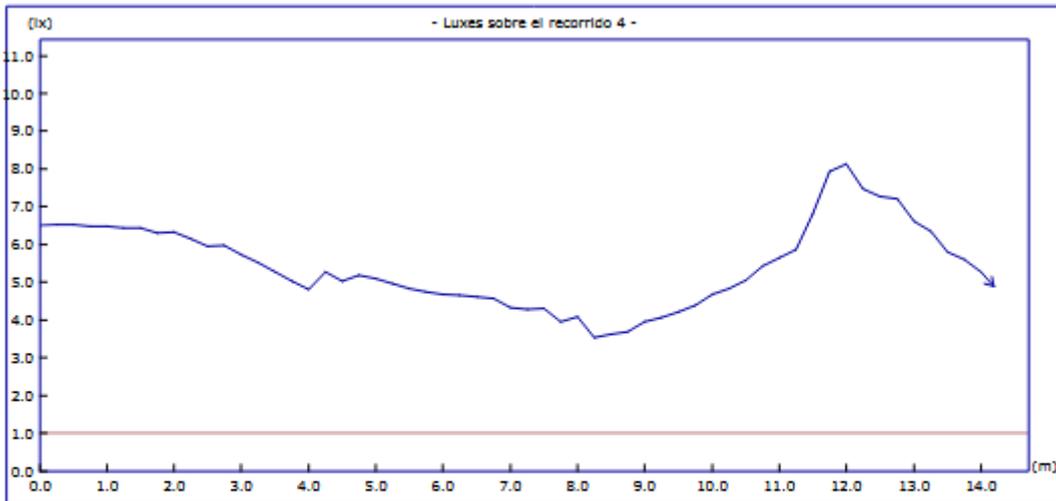
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.23 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	4.15 lx.
lx. máximos:	---	9.24 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 3



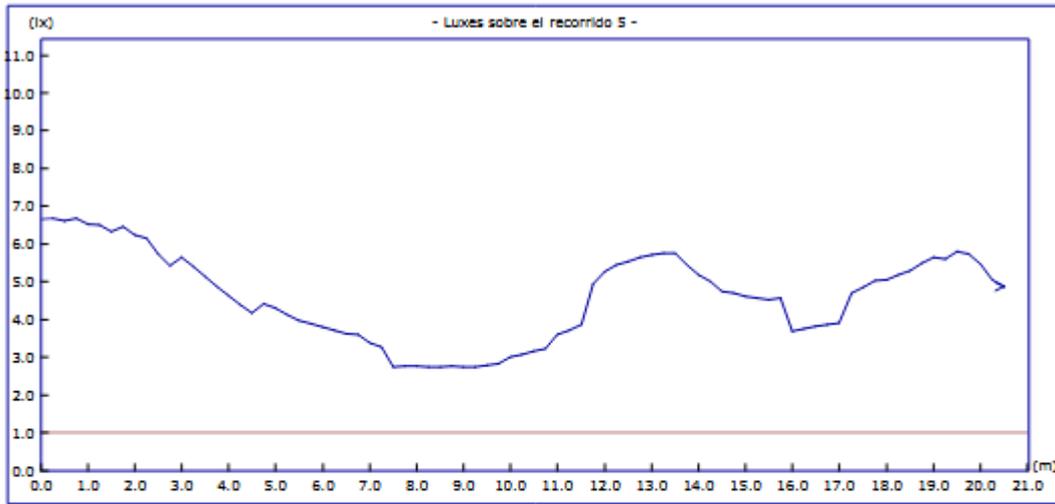
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.53 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.31 lx.
lx. máximos:	---	8.39 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 4



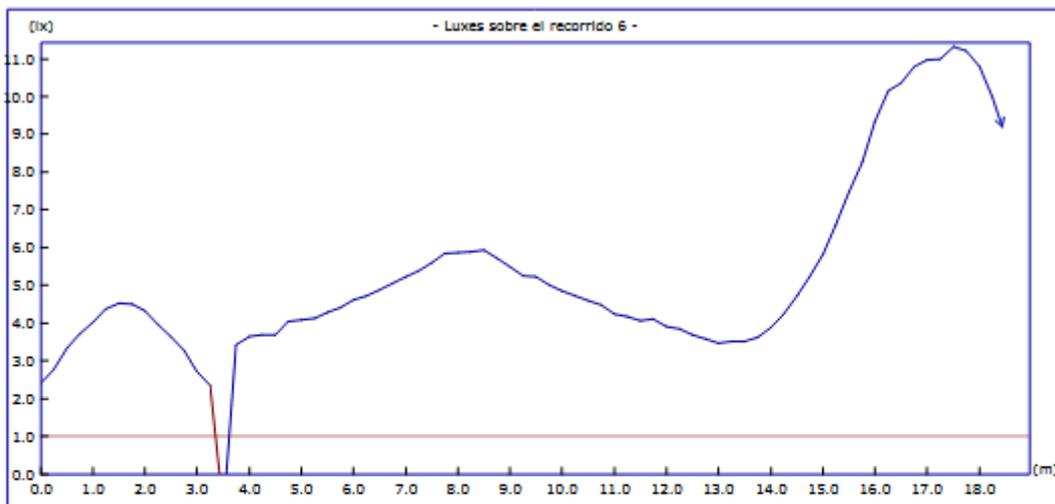
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.29 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.54 lx.
lx. máximos:	---	8.12 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 5



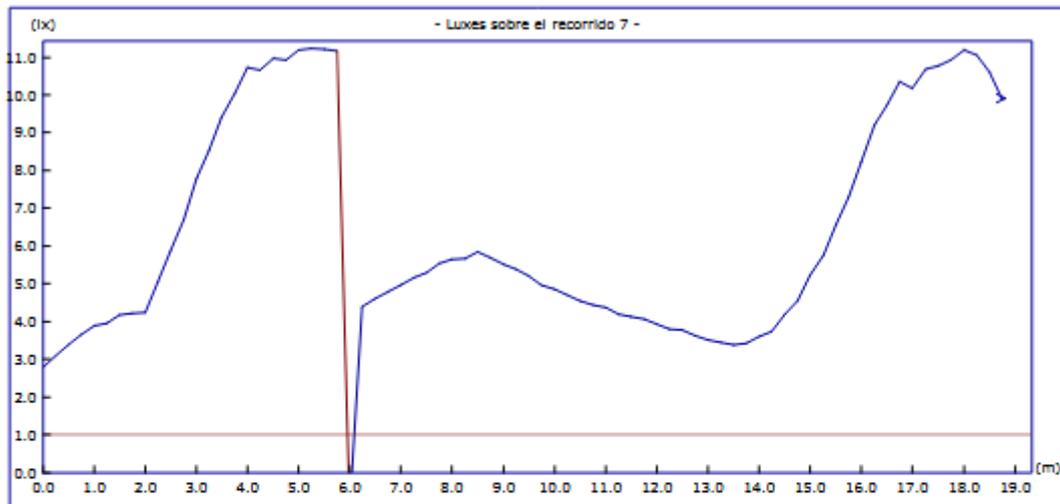
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	2.45 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.73 lx.
lx. máximos:	---	6.68 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 6



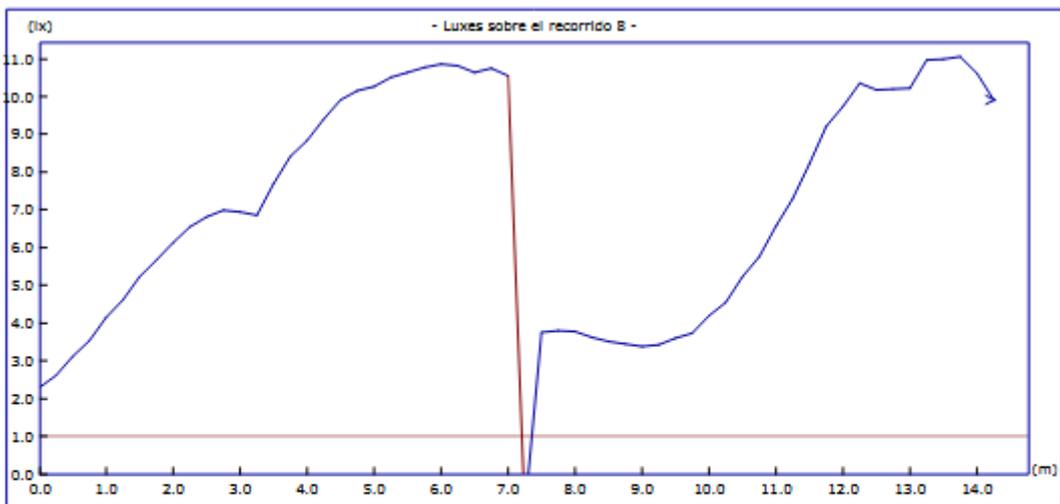
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.82 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.35 lx.
lx. máximos:	---	11.32 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 7



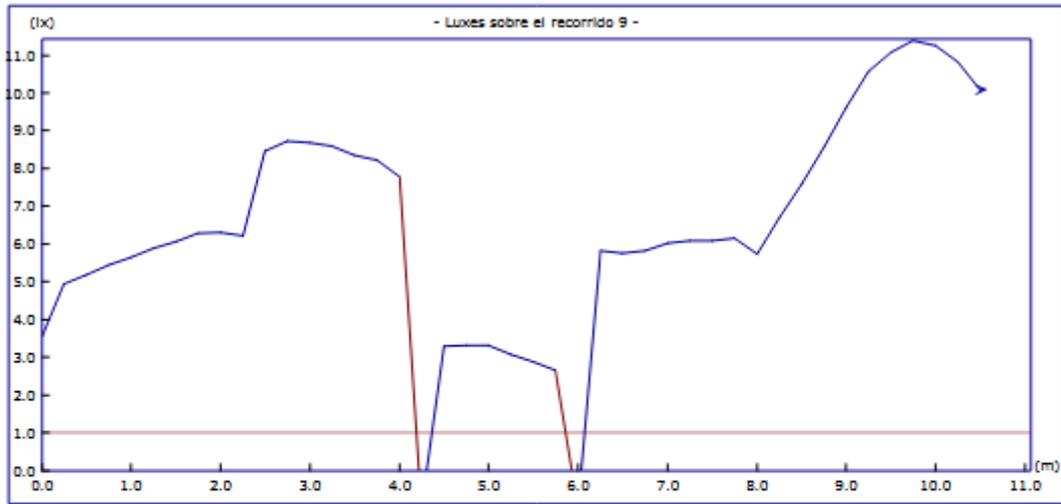
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.03 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.79 lx.
lx. máximos:	---	11.23 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 8



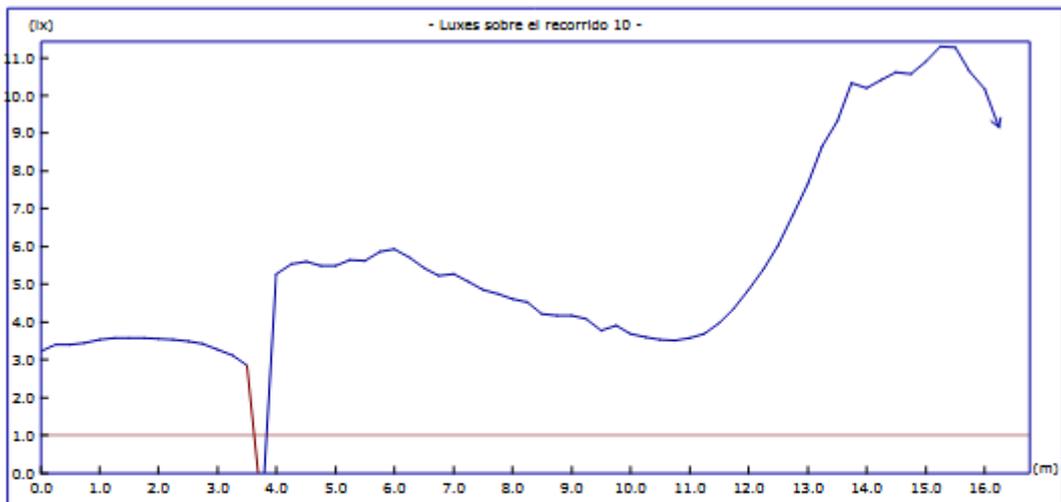
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.79 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.31 lx.
lx. máximos:	---	11.06 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 9



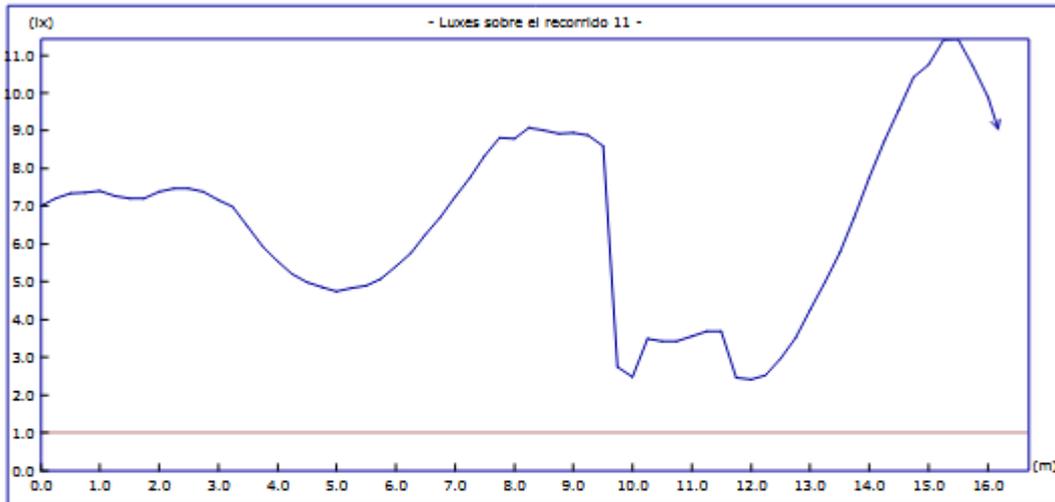
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.29 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.65 lx.
lx. máximos:	---	11.38 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 10



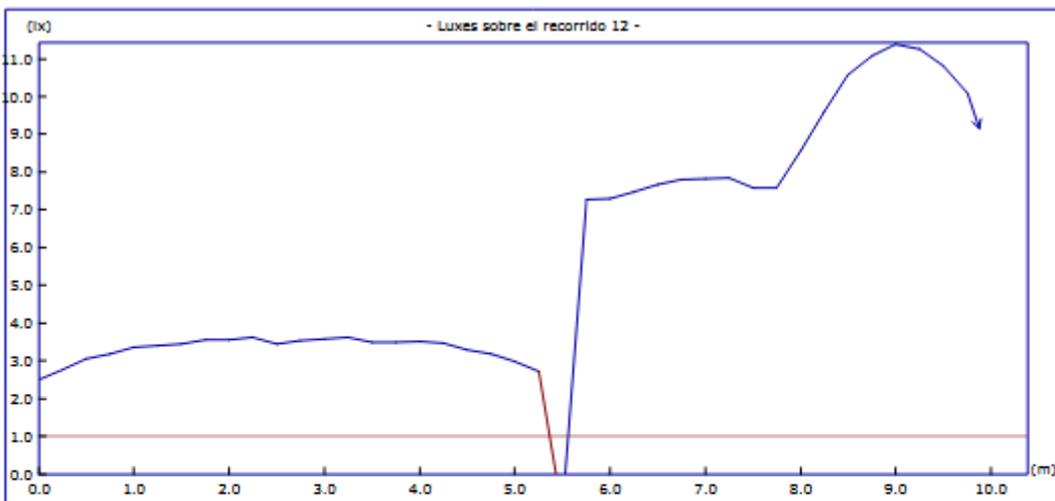
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	3.98 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.84 lx.
lx. máximos:	---	11.31 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 11



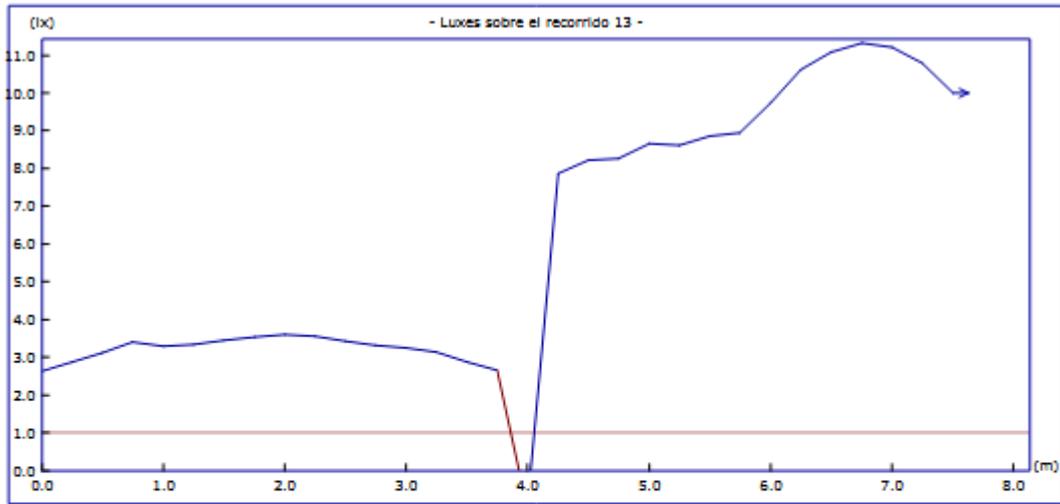
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.73 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.42 lx.
lx. máximos:	---	11.44 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 12



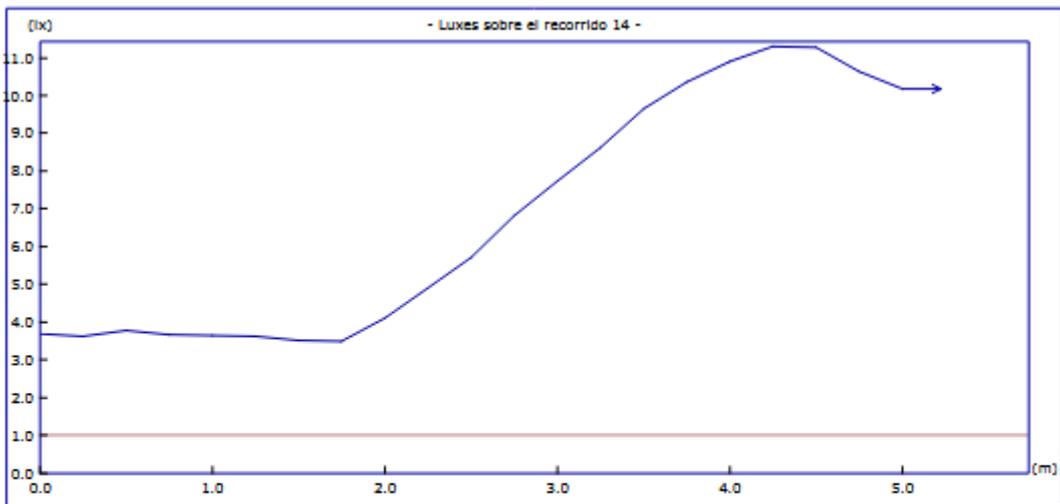
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.57 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.49 lx.
lx. máximos:	---	11.38 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

- Recorrido 13



	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	4.30 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	2.63 lx.
lx. máximos:	---	11.32 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

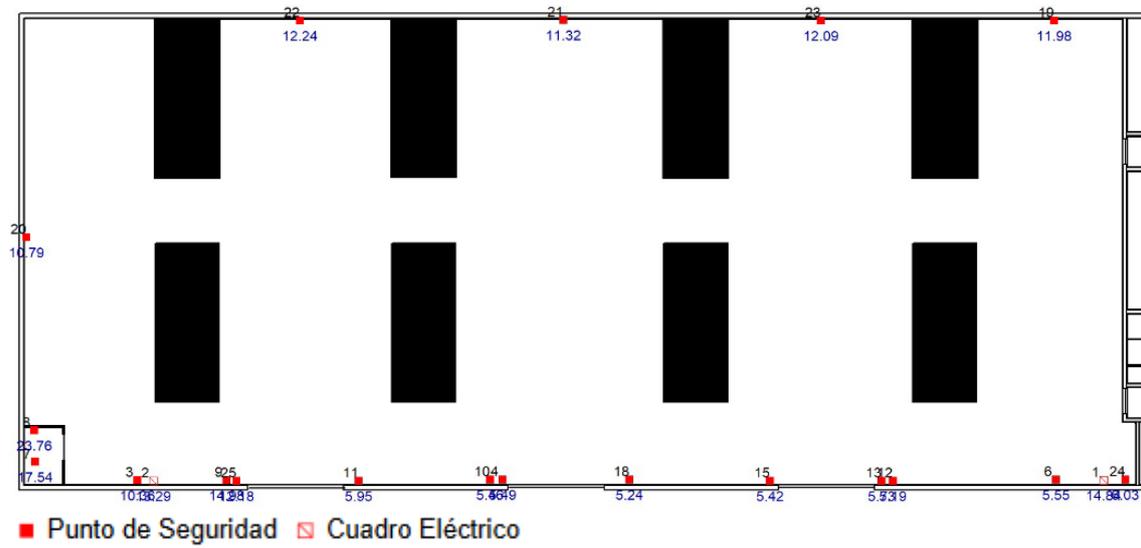
- Recorrido 14



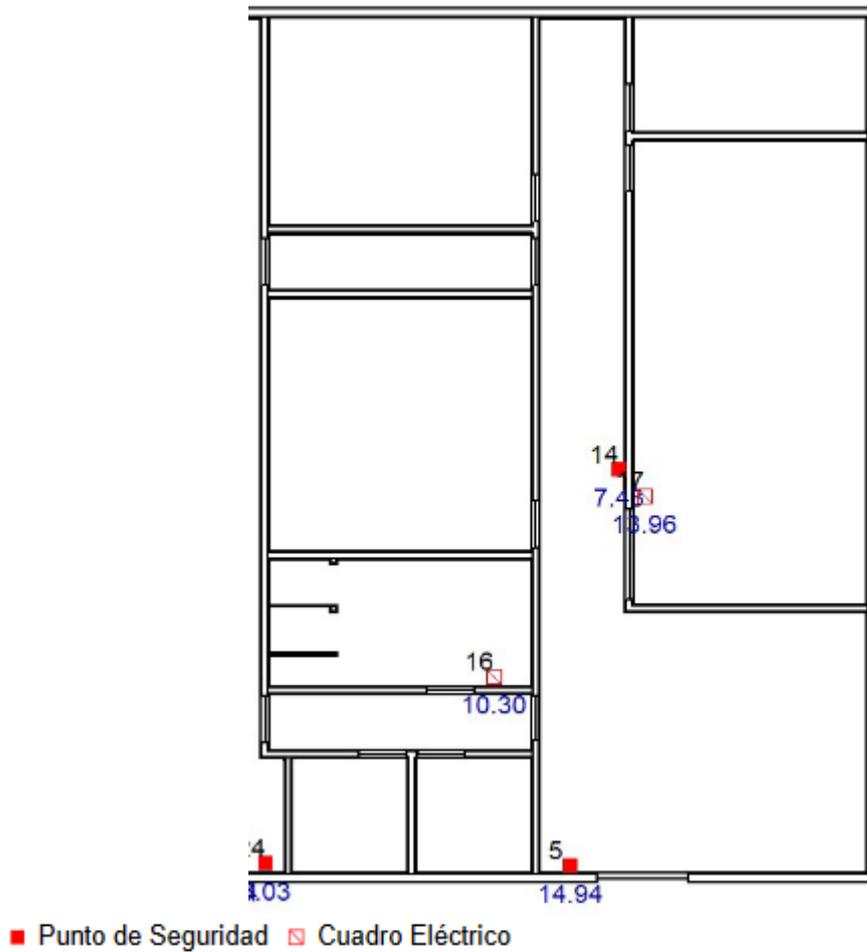
	Objetivos	Resultados
Uniform. en recorrido:	40.00 mx/mn	3.24 mx/mn
lx. mínimos:	1.00 lx.	3.49 lx.
lx. máximos:	---	11.31 lx.
Longitud cubierta:	con 1.00 lx. o más	100.0 %

3.7.5 Puntos de seguridad y cuadros eléctricos

- Zona Almacén - puntos de seguridad y cuadros eléctricos



- Zona Oficinas - Puntos de seguridad y cuadros eléctricos



- Posición y altura de los puntos de seguridad y cuadros eléctricos

N°	Coordenadas				Objetivo	Resultado
	m.		°	lx		
	x	y	h	γ		lx
1	33.77	0.16	1.40	-	5.00	14.84 (H)
2	4.06	0.15	1.40	-	5.00	13.29 (H)
3	3.56	0.17	1.20	-	5.00	10.36 (H)
4	14.98	0.19	1.20	-	5.00	5.49 (H)
5	39.64	0.15	1.20	-	5.00	14.94 (H)
6	32.29	0.19	1.40	-	5.00	5.55 (H)
7	0.36	0.74	1.00	-	5.00	17.54 (H)
8	0.34	1.73	1.20	-	5.00	23.76 (H)
9	6.35	0.16	1.50	-	5.00	14.98 (H)
10	14.58	0.19	1.50	-	5.00	5.46 (H)
11	10.47	0.15	1.20	-	5.00	5.95 (H)
12	27.19	0.15	1.20	-	5.00	5.19 (H)
13	26.83	0.14	1.50	-	5.00	5.73 (H)
14	40.48	6.95	1.20	-	5.00	7.43 (H)
15	23.35	0.14	1.20	-	5.00	5.42 (H)
16	38.35	3.39	1.40	-	5.00	10.30 (H)
17	40.91	6.50	1.40	-	5.00	13.96 (H)
18	18.94	0.19	1.20	-	5.00	5.24 (H)
19	32.23	14.63	1.20	-	5.00	11.98 (H)
20	0.08	7.81	1.20	-	5.00	10.79 (H)
21	16.87	14.65	1.20	-	5.00	11.32 (H)
22	8.64	14.64	1.20	-	5.00	12.24 (H)
23	24.93	14.63	1.20	-	5.00	12.09 (H)
24	34.47	0.18	1.20	-	5.00	6.03 (H)
25	6.65	0.15	1.20	-	5.00	12.18 (H)

Donde:

Punto de seguridad y/o cuadro eléctrico	N°s
Extintor de incendio	3, 8, 11, 12, 14, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

Pulsador manual de alarma	4, 5, 15, 25
Central de detección y alarma de incendios	6
Boca de incendio equipada (BIE)	9, 10, 13
Cuadro general de distribución	1
Cuadro secundario de distribución	2, 16, 17
Grupo de bomba de incendios	7

Tabla 11. Puntos de seguridad y cuadros eléctricos.

3.7.6 Cumplimiento de los objetivos del reglamento

En la tabla 12 se verá el resumen de los distintos parámetros de cálculo respecto al alumbrado de emergencia obtenido del software.

Podremos ver cómo se han cumplido todos los requerimientos mínimos exigidos por la normativa.

PARÁMETRO	OBJETIVO	OBTENIDO EN PLANO	OBTENIDO EN VOLUMEN	CUMPLIDO
		h = 0.00 m.	h = 0.00-1.00 m.	
Luxes mínimos en recorridos:	1.00	1.60		✓
Luxes promedio mínimo en recorridos:	---	4.63		✓
Uniformidad en recorridos (lx máx. / lx mín.):	40.00	6.49		✓
Longitud de recorridos de evacuación cubierta:	>= 1.00 lx.	100.0 %		✓
Luxes mínimos en puntos de seguridad y cuadros eléctricos:	5.00	5.19		✓
Superficie del plano cubierta:	>= 0.50 lx.	100.0 %	100.0 %	✓
Uniformidad en plano (lx máx. / lx mín.):	40.00	12.86	37.58	✓
Lúmenes / m ² :	---	25.42	25.42	✓
Superficie:	536.1 m ²	Iluminación media:	5.11 lx	

Tabla 12. Requerimientos y resultados alumbrado de emergencia.

Índice de tablas

Tabla 1. Niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo (RD 486/1997).....	3
Tabla 2. Eficiencia energética de la instalación de iluminación (VEEI).....	4
Tabla 3. Potencia máxima a instalar.....	5
Tabla 4. Iluminación áreas de almacenamiento con estanterías.....	6
Tabla 5. Iluminación áreas de circulación y pasillos.....	6
Tabla 6. Iluminación vestuario y aseos.	6
Tabla 7. Iluminación área oficina.....	7
Tabla 8. Iluminación área grupo de incendio.	7
Tabla 9. Parámetros requeridos para el cálculo de las luminarias.....	8
Tabla 10. Dimensiones de los recintos de la nave.....	9
Tabla 11. Puntos de seguridad y cuadros eléctricos.....	57
Tabla 12. Requerimientos y resultados alumbrado de emergencia.	57



Anexo IV - Cálculos Ventilación

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice – Anexo IV

4. Ventilación mecánica	2
4.1 Objeto.....	2
4.2 Datos de partida	2
4.2.1 Introducción	2
4.2.2 Áreas de los diferentes recintos.....	2
4.2.3 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios.....	3
4.3 Cálculo del caudal.....	3
4.3.1 Método indirecto de caudal de aire exterior por persona.....	4
4.3.2 Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie	5
4.3.3 Método del caudal mínimo por superficie útil en locales no habitables.....	6
4.3.4 Método de cálculo aplicando la norma DIN 1946.....	7
4.4 Diseño planteado	10
4.4.1 Aberturas de admisión y extracción.....	12
4.4.2 Aire de extracción	13
4.4.3 Ventilación natural del almacén.....	14
Índice de tablas	16

4. Ventilación mecánica

4.1 Objeto

El objeto de este apartado es el de diseñar el sistema de ventilación mecánico requerido en nuestra nave industrial para una correcta renovación del aire interior y evitar el deterioro de su calidad.

La normativa empleada es la siguiente:

- Documento Básico HS Salubridad - HS 3 Calidad del aire interior
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Norma DIN 1946
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se aprueban las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

4.2 Datos de partida

4.2.1 Introducción

La renovación mínima del aire de los locales de trabajo según el Anexo III del RD 486/1997, será de:

- 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco.
- 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

Se propone por lo tanto realizar un número de renovaciones/hora al volumen determinado a ventilar el recinto, sustituyendo la totalidad del aire interior un determinado número de veces cada hora.

Dependiendo de dicho volumen de la nave y de las condiciones de la misma, este número de renovaciones/hora podría variar entre 4-10 renovaciones/hora.

4.2.2 Áreas de los diferentes recintos

Zona	Superficie (m ²)
------	------------------------------

<i>Sala recepción</i>	25,2
<i>Sala de reuniones</i>	19,8
<i>Despacho</i>	16,2
<i>Sala de archivos</i>	8
<i>Oficina</i>	32
<i>Vestuario</i>	9,9
<i>Pasillo principal</i>	15,3
<i>Pasillos secundarios (2)</i>	9
<i>Aseo</i>	4
<i>Sala Grupo Incendios</i>	2,16
<i>Almacén</i>	507,89

Tabla 1. Áreas de los recintos de la nave

4.2.3 Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja).

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior que se indican arriba, se calculará de acuerdo con alguno de los métodos que se indican a continuación.

4.3 Cálculo del caudal

Debemos calcular el caudal de aire requerido a ventilar en función de cada recinto. Teniendo ese dato y dependiendo de lo que se querrá hacer en el susodicho local (ventilar o extraer el aire), se podrá elegir el dispositivo de ventilación adecuado a dichos requerimientos.

Se calculará el caudal en función del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE), sus Instrucciones Complementarias (ITE) y el Documento Básico HS Salubridad - HS 3 Calidad del aire interior y también emplearemos la normativa DIN 1946 y se escogerá en base al criterio más restrictivo.

El Rite propone 5 métodos diferentes de cálculo del caudal. Se aplicarán 2 de ellos al tener los datos necesarios para ello.

4.3.1 Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Este método es aplicable en los locales con ocupación de las personas de forma permanente donde la mayor parte de la contaminación proviene de dichos ocupantes. Además, se considera este método para locales donde no esté permitido fumar como es este caso.

Se emplearán los valores de la siguiente tabla para el cálculo.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 2. Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona.

Aplicaremos este método para las siguientes zonas de nuestra nave:

- Sala de recepción
- Oficina
- Despacho

El aire interior que se desea alcanzar tiene que ser de categoría IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas -> 12,5 dm³ / s

Necesitamos también la ocupación de personas en dichas áreas. Se hará uso para ello de Documento Básico SI - en caso de Incendio SI, capítulo 3. Evacuación de ocupantes, apartado 2.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m ² /persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc.	Ocupación nula
	Aseos de planta	3

<i>Administrativo</i>	Plantas o zonas de oficinas	10
	Vestibulos generales y zonas de uso público	2
Archivos, almacenes		40

Tabla 3. Cálculo de ocupación

En la tabla siguiente se recogen todos los datos anteriores y se realiza el cálculo del caudal en los distintos locales.

Zona	Calidad aire	Superficie (m ²)	Ocupación tabla (m ² /pers)	Ocupación estimada (nº pers)	Caudal por persona (dm ³ /s)	Caudal (dm ³ /s)	Caudal (m ³ /h)
Oficina	IDA2	32	10	4	12,5	50	180
Despacho	IDA2	16,2	10	1	12,5	12,5	45
Recepción	IDA2	25,2	2	2	12,5	25	90

Tabla 4. Caudal calculado por el método por persona

4.3.2 Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie

Para espacios no dedicados a la ocupación humana permanente, se aplicarán los valores de la tabla siguiente:

Categoría	dm ³ /(s·m ²)
IDA 1	No aplicable
IDA 2	0,83
IDA 3	0,55
IDA 4	0,28

Tabla 5. Caudales de aire exterior por unidad en locales no dedicados a ocupación humana permanente.

Aplicaremos este método para las siguientes zonas de nuestra nave:

- Archivos: se quiere alcanzar un aire interior de calidad IDA 2.
- Sala de reuniones: se quiere alcanzar un aire interior de calidad IDA 2.
- Aseos: se quiere alcanzar un aire interior de calidad IDA 3.
- Pasillo principal: se quiere alcanzar un aire interior de calidad IDA 2.

- Sala Grupo Incendios: se quiere alcanzar un aire interior de calidad IDA 4.
- Almacén: se quiere alcanzar un aire interior de calidad IDA 4.

En la tabla siguiente se recogen todos los datos anteriores y se realiza el cálculo del caudal en los distintos locales.

Zona	Calidad aire	Superficie (m ²)	Caudal por superficie (dm ³ /s*m ²)	Caudal por zona (dm ³ /s)	Caudal por zona (m ³ /h)
Archivos	IDA 2	8	0,83	6,64	23,9
Reuniones	IDA 2	19,8	0,83	16,43	59,15
Pasillo Principal	IDA 2	15,3	0,83	12,7	45,72
Aseo I	IDA 3	4	0,55	2,2	7,92
Aseo II	IDA 3	4	0,55	2,2	7,92
Vestuario	IDA 3	9,9	0,55	5,45	19,6
Sala Grupo Incendio	IDA 4	2,16	0,28	0,6	2,18
Almacén	IDA 4	504,95	0,28	141,39	509

Tabla 6. Caudal calculado por el método por unidad de superficie

Observando los caudales resultantes en los aseos, el vestuario, la sala grupo de incendio y el almacén, consideraremos a nuestro criterio que ese caudal es insuficiente para renovar el aire en esos locales debido al aire que se puede acumular en ese tipo de recintos específicos.

Y teniendo en cuenta el volumen de nuestro almacén, ese valor es muy pequeño.

Aplicaremos otro método para hallar el caudal en esos locales.

4.3.3 Método del caudal mínimo por superficie útil en locales no habitables

Este método lo ofrece el Documento Básico HS Salubridad HS 3 Calidad del aire interior. Aplicaremos el método a los tres locales anteriores. La tabla de caudal mínimo por m² que ofrece el documento es la siguiente:

Tabla 2.2 Caudales de ventilación mínimos en locales no habitables

Locales	Caudal mínimo q_v en l/s	
	Por m^2 útil	En función de otros parámetros
Trasteros y sus zonas comunes	0,7	
Aparcamientos y garajes		120 por plaza
Almacenes de residuos	10	

Tabla 7. Caudales de ventilación mínimos, locales no habitables

- Caudal vestuario = superficie útil * $q_v = 9,9 \text{ m}^2 * 0,7 \text{ dm}^3/\text{s} = 6,93 \text{ dm}^3/\text{s} = 24,95 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal aseo = superficie útil * $q_v = 4 \text{ m}^2 * 0,7 \text{ dm}^3/\text{s} = 2,8 \text{ dm}^3/\text{s} = 10,08 \text{ m}^3/\text{h}$

Supondremos que el $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ por m^2 útil para nuestro almacén, aunque no sea de residuos y lo mismo para la sala grupo incendio.

- Caudal sala grupo incendio = superficie útil * $q_v = 1,5 \text{ m}^2 * 10 \text{ dm}^3/\text{s} = 15 \text{ dm}^3/\text{s}$
- Caudal almacén = superficie útil * $q_v = 507,89 \text{ m}^2 * 10 \text{ dm}^3/\text{s} = 5078,9 \text{ dm}^3/\text{s} = 18284,04 \text{ m}^3/\text{h}$

Mediante este método se observa mayores valores en los tres locales. Aun así, se cree insuficiente y se realizará también el cálculo por el método de la norma DIN 1946 y se escogerá el más restrictivo.

4.3.4 Método de cálculo aplicando la norma DIN 1946

La norma DIN 1946 indica el número aconsejable de renovaciones por hora en locales tipo como se describe en las tablas siguientes, para edificios del sector industrial y también para edificios del sector terciario.

Datos de partida:

De las siguientes tablas se extraerá la información de interés para el cálculo del caudal.

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA	SECTOR
Auditorios	6-8	TERCIARIO
Aulas	5-7	
Bibliotecas	4-5	
Cámaras blindadas	3-6	
Casinos	8-12	
Cocinas profesionales	15-30	
Despachos de reuniones	6-8	
Discotecas	10-12	
Garages	5 aprox.	
Gimnasios	4-6	
Habitaciones hotel	3-8	
Inodoro terciario	8-15	
Lavanderías	10-20	
Oficinas	4-8	
Piscinas	3-4	
Restaurantes	8-12	
Salas de conferencias	6-8	
Salas de espera	4-6	
Salas de reuniones	5-10	
Teatros y cines	5-8	
Tiendas	4-8	
Vestuarios	6-8	

Tabla 8. Renovaciones por hora en edificios del sector terciario

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA	SECTOR
Almacenes	5-10	INDUSTRIAL
Cabinas de pintura	25-50	
Cocinas industriales	15-30	
Fundiciones	8-15	
Inodoro industrial	8-15	
Laboratorios	8-15	
Laminadores	8-12	
Locales de aerógrafos	10-20	
Locales de decapado	5-15	
Remojos	≤ 80	
Salas de fotocopias	10-15	
Salas de máquinas	10-40	
Talleres de gran alteración del aire	10-20	
Talleres de montaje	4-8	
Talleres de poca alteración del aire	3-6	
Talleres de soldadura	20-30	
Tintorerías	5-15	

Tabla 9. Renovaciones por hora en edificios del sector industrial

Datos de interés:

- Vestuarios (sector terciario): 6-8 renovaciones/hora
- Almacenes (sector industrial): 5-10 renovaciones/hora
- Inodoro (industrial/terciario): 8-15 renovaciones/hora
- Sala de máquinas (sector industrial): 10-40 renovaciones/hora

El método de cálculo consiste en calcular el caudal de aire a partir del volumen del recinto multiplicado por las renovaciones/hora según el local en cuestión.

$$Q = V * R/h$$

donde:

- Q = caudal del aire (m³/h)
- V = volumen de la zona de cálculo (m³)
- R/h = renovaciones por hora

Cálculo del caudal

Teniendo el dato de las renovaciones/hora de las tablas anteriores, ahora solamente necesitamos el volumen de cada recinto.

Volumen de los locales:

- Vestuario:
-Altura = 2,8 m
-Longitud = 4,5 m
-Ancho = 2,2 m
Volumen = $2,8 \times 4,5 \times 2,2 = 27,72 \text{ m}^3$

- Aseos:
-Altura = 2,8 m
-Longitud = 2 m
-Ancho = 2 m
Volumen = $2,8 \times 2 \times 2 = 11,2 \text{ m}^3$

- Almacén:
-Se tendrá en cuenta, aparte del volumen útil del almacén, el volumen de la parte del techo y el volumen del espacio vacío sobre el edificio de oficinas que está dentro de la nave dado que sería recomendable tener en cuenta dicho espacio también para el caudal necesario a renovar siendo que se acumulará polvo de las cajas y libros por esa zona poco a poco.
Las paredes del techo forman un triángulo con una altura de 2 metros a partir de los 8 metros de altura en la nave.

-Zona encima de las oficinas:
 $V = A * h = 10,2 \times 14,7 \times 5,1 = 764,69 \text{ m}^3$

-Zona techo:
 $V = A * longitud = [(base \times altura)/2] \times longitud = [(14,9 \times 2) / 2] \times 44,8 = 667,52 \text{ m}^3$

-Zona útil almacén:

$$V = A * h$$

donde:

A = área del almacén (m²)

h = altura (m)

$V = 507,89 \text{ m}^2 \times 8 \text{ m} = 4063,12 \text{ m}^3$

-Volumen total = $764,69 \text{ m}^3 + 667,52 \text{ m}^3 + 4063,12 \text{ m}^3 = 5495,33 \text{ m}^3$

- Sala grupo incendios:
-Altura = 2,5 m
-Longitud = 1,8 m
-Ancho = 1,2 m
Volumen = $2,5 \times 1,2 \times 1,8 = 5,4 \text{ m}^3$

Renovaciones por hora de los locales:

Teniendo en cuenta los datos extraídos anteriormente de las tablas, se nos proporcionó un rango de valores para este parámetro. Así que se hará una media entre los dos y se escogerá el valor superior siguiente.

- Vestuario: 7 R/h
- Aseos: 12 R/h
- Almacén: 8 R/h
- Sala Grupo Incendio: 15 R/h (dada la previsión de su poco uso)

En la tabla siguiente se recogerán todos los datos expuestos con anterioridad y se calculará el caudal necesario.

Local	Volumen [m3]	Renovaciones/hora	Caudal [m3/h]
Aseos	11,2	12	134,4
Vestuario	27,72	7	194,04
Sala Grupo Incendio	5,4	15	81
Almacén	5495,33	8	43962,64

Tabla 10. Caudal calculado usando la normativa DIN 1946

Como podemos observar, el caudal calculado en los locales dista mucho del calculado empleando el RITE y es superior al del método anterior. Esta normativa es más restrictiva y consideramos razonable emplear estos valores en estos locales en concreto.

Ahora que tenemos todos los datos necesarios, podemos decidir qué tipo de ventilación aplicar según el local y sus características.

4.4 Diseño planteado

Se ha pensado realizar lo siguiente para ventilar la nave según cada recinto:

- Vestuario

Una pared del vestuario da lugar al almacén así que se instalará un extractor para evacuar el aire hacia allí, que a su vez se podrá expulsar hacia el exterior con la ventilación que habrá allí.

- Despacho

Al igual que el vestuario, también está separado directamente del almacén mediante una pared, por lo que se instalará un extractor de la misma forma y con el mismo propósito.

También habrá un ventilador de techo para remover el aire fuera de la habitación, con la puerta abierta, hacia el pasillo principal, donde habría un extractor hacia afuera.

- Pasillo principal

La pared del fondo del pasillo principal da hacia el exterior de la nave. Se pondrá un extractor para evacuar el aire de este y el proveniente de otros recintos interconectados como la sala de recepción, el despacho y la oficina. La oficina tendrá sus puertas abiertas la mayoría del tiempo, mientras que no hay pared que separe la sala de recepción del pasillo.

- Oficina

Habrá un ventilador de techo para remover el aire y hacerlo circular por el recinto y empujarlo hacia el pasillo principal, aprovechándose de que las puertas permanecerán abiertas normalmente.

También es posible ventilar este recinto de manera natural dado que tiene ventanas hacia el exterior.

- Sala de recepción

Al igual que en la oficina, habrá un ventilador de techo que moverá el flujo de aire hacia el pasillo principal cuando las puertas estén cerradas.

También será posible ventilar el recinto de manera natural dado que se podrían dejar abiertas las puertas.

- Aseos

Una de las paredes de los aseos da directamente al exterior por lo que se instalarán extractores para evacuar el aire viciado hacia fuera. Y para la renovación del recinto, se instalarían rejillas de admisión en las mismas paredes que los extractores.

- Sala de archivos

Esta sala tiene una ventana que da hacia el exterior del edificio, así que se aprovechará para instalar un extractor en la propia ventana y así sacar el aire viciado.

- Almacén

Tendrá ventanas que se mantendrán abiertas para renovar el aire de manera natural.

- Sala Grupo Incendios

La sala está en una esquina de la nave en el almacén, por lo que se abrirá hueco en fachada para colocar una rejilla (o varias si así se determina).

En apartados siguientes, se determinará si para ciertos recintos la solución planteada es admisible.

4.4.1 Aberturas de admisión y extracción

Para poder utilizar las rejillas en los aseos y la sala de grupo incendios, y ventilar con el aire exterior, se debería dejar huecos en la pared al construir la nave o hacerlos después, para poder introducir dichas rejillas.

Para ello debemos saber la superficie necesaria para la abertura de modo que una rejilla cumpla su cometido.

Se utilizará la siguiente tabla que nos proporciona el “Documento Básico HS Salubridad HS 3 Calidad del aire interior”.

Tabla 4.1 Área efectiva de las aberturas de ventilación de un local en cm²

Aberturas de ventilación	Aberturas de admisión	4 · q _v ó 4 · q _{va}
	Aberturas de extracción	4 · q _v ó 4 · q _{ve}
	Aberturas de paso	70 cm ² ó 8 · q _{vp}
	Aberturas mixtas ⁽¹⁾	8 · q _v

Tabla 11. Área efectiva de las aberturas de ventilación

Donde:

q_v caudal de ventilación mínimo exigido del local [l/s], obtenido de las tablas 2.1 o 2.2 o del cálculo realizado para cumplir la exigencia.

Ahora calcularemos la abertura necesaria teniendo en cuenta los datos que tenemos:

Aseo

- Caudal de los aseos (q_v) = 134,4 m³/h = 37,33 dm³/s
- Área efectiva abertura = 4 · q_v = 4 · 37,33 = 149,32 cm²
- Área pared aseo = 2,8 x 2 = 5,6 m²

Sala de grupo de incendios.

- Caudal de los aseos (q_v) = 81 m³/h = 22,5 dm³/s
- Área efectiva abertura = 4 · q_v = 4 · 22,5 = 90 cm²
- Área pared sala de bombas = 1,8 x 2,5 = 4,5 m²

Por lo que en ambos casos se debería utilizar rejillas de más superficie que la calculada dado que el valor hallado es de área efectiva.

La solución sería viable dado que el área necesaria a abrir en pared es muy pequeña en comparación a la superficie de la pared en la que se instalarán estas rejillas.

4.4.2 Aire de extracción

En el despacho y vestuario debemos considerar que vamos a extraer el aire viciado de ellos y llevarlo a otra zona, en este caso el almacén. Para ello, debemos comprobar si la normativa nos permite hacer eso.

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en las siguientes categorías según el RITE:

Categoría	Nivel de contaminación	Descripción	Áreas
AE1	Bajo	Aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.	Oficinas , aulas, salas de reuniones , locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos .
AE2	Moderado	Aire de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.	Restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios , bares, almacenes.
AE3	Alto	Aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.	Aseos , saunas, cocinas, laboratorios químicos, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores.
AE4	Muy Alto	Aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.	Extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos.

Tabla 12. Clasificación del aire a extraer

- El caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm³/s por m² de superficie en planta.
- Sólo el aire de categoría AE 1, exento de humo de tabaco, puede ser retornado a los locales.
- El aire de categoría AE 2 puede ser empleado solamente como aire de transferencia de un local hacia locales de servicio, aseos y garajes.
- El aire de las categorías AE 3 y AE 4 no puede ser empleado como aire de recirculación o de transferencia. Además, la expulsión hacia el exterior del aire de estas categorías no puede ser común a la expulsión del aire de las categorías AE 1 y AE 2, para evitar la posibilidad de contaminación cruzada.

Teniendo en cuenta eso, se clasificará el aire de extracción de la siguiente manera:

Despacho: Categoría del aire AE1

Vestuario: Categoría del aire AE2

Conclusión:

El aire del despacho se puede mover a cualquier otra zona, en este caso nuestra solución es válida ya que el almacén no requiere de aire de gran calidad (IDA 4).

El aire del vestuario solo podría ser llevado a los aseos o en nuestro caso, hacia el almacén. Solución propuesta válida también.

4.4.3 Ventilación natural del almacén

El almacén tendrá 3 ventanas, una encima de cada puerta que se mantendrán abiertas para poder ventilar la zona del almacén.

A continuación, se va a calcular el caudal de aire que repondrá el viento en la nave y si fuera suficiente.

- Las ventanas son de 3x1 metros, o 3 m² de superficie.
- La velocidad media del viento por la zona se ha determinado aquí:

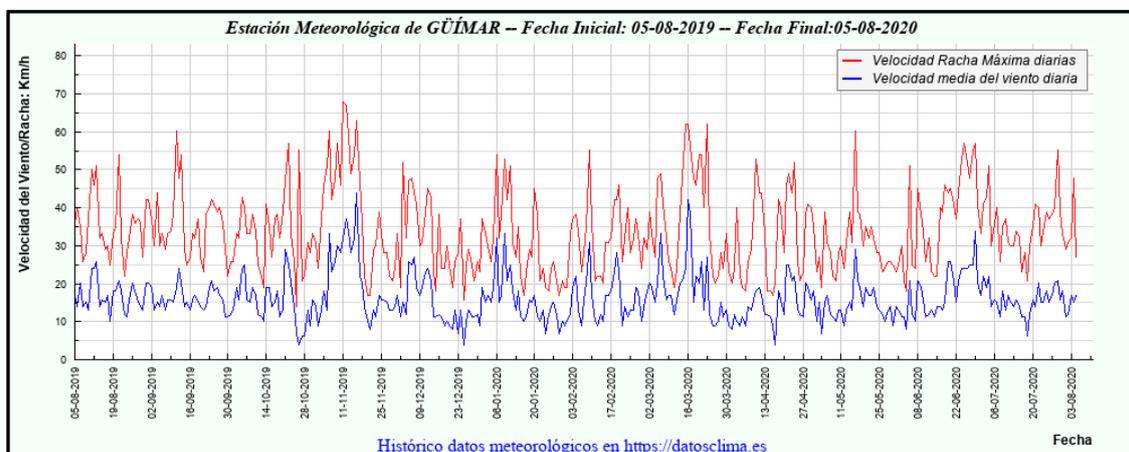


Figura. Velocidad media del viento Fuente: AEMET- Open Data

- Supondremos una velocidad media = 15 km/h en base al gráfico anterior
- Para ser más conservadores, supondremos que solo el 40% de esa velocidad será efectiva en la nave a través de las ventanas, 6 km/h.

Ahora procederemos a calcular el caudal con todos los datos ya disponibles.

$$Q = V \times S$$

donde:

Q = caudal (m³/h)

V = velocidad (km/h)

S = superficie (m²) = 9 m² (3 ventanas)

$$Q = 6 \text{ km/h} * 1000 \text{ m/km} * 9 \text{ m}^2 = 54\ 000 \text{ m}^3/\text{h} > 43963 \text{ m}^3/\text{h}$$

Las ventanas abiertas proporcionarían un caudal suficiente de aire limpio para toda la zona del almacén. La solución, en principio, sería viable. Pero atendiendo al RITE y CTE, la ventilación natural no sería admisible para este recinto. Así que se podrían instalar extractores en la pared opuesta a las ventanas para aprovechar el diseño y mover el aire de un lado a otro, renovando de esa manera el local.

Índice de tablas

Tabla 1. Áreas de los recintos de la nave	3
Tabla 2. Caudales de aire exterior, en dm^3/s por persona.....	4
Tabla 3. Cálculo de ocupación	5
Tabla 4. Caudal calculado por el método por persona	5
Tabla 5. Caudales de aire exterior por unidad en locales no dedicados a ocupación humana permanente.	5
Tabla 6. Caudal calculado por el método por unidad de superficie	6
Tabla 7. Caudales de ventilación mínimos, locales no habitables	7
Tabla 8. Renovaciones por hora en edificios del sector terciario.....	8
Tabla 9. Renovaciones por hora en edificios del sector industrial	8
Tabla 10. Caudal calculado usando la normativa DIN 1946.....	10
Tabla 11. Área efectiva de las aberturas de ventilación	12
Tabla 12. Clasificación del aire a extraer	13



Anexo V – Estudio Básico de Seguridad y Salud

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice - Anexo V

5. Estudio Básico de Seguridad y Salud	3
5.1 Introducción	3
5.1.1 Objeto.....	3
5.1.2 Normativa empleada.....	3
5.1.3 Contenido.....	4
5.1.4 Justificación del estudio básico de seguridad y salud en la obra	4
5.2 Descripción general de la obra.....	4
5.2.1 Situación básica de la obra.....	4
5.2.2 Suministros básicos.....	4
5.2.3 Instalaciones a realizar	5
5.2.4 Presupuesto de contrato estimado.....	5
5.2.5 Duración estimada y número de trabajadores	5
5.2.6 Volumen de trabajo estimado.....	5
5.2.7 Mano de obra.....	6
5.2.8 Recursos a utilizar considerados	6
5.3 Consideraciones generales.....	7
5.3.1 Derechos y obligaciones.....	7
5.3.2 Principios de la acción preventiva.....	8
5.3.3 Designación y funciones del coordinador en seguridad y salud	8
5.3.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo	8
5.3.5 Principios generales aplicables al proyecto de obra	9
5.3.6 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.....	9
5.4 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra.....	10
5.4.1 Estabilidad y solidez	10
5.4.2 Instalaciones de suministro y energía.....	10
5.4.3 Vías y salidas de emergencia.....	10
5.4.4 Detección y lucha contra incendios	11
5.4.5 Ventilación.....	11
5.4.6 Exposición a riesgos particulares	11
5.4.7 Temperatura.....	12
5.4.8 Iluminación.....	12
5.4.9 Puertas y portones	12
5.4.10 Vías de circulación y zonas peligrosas.....	12

5.4.11 Muelles y rampas de carga.....	13
5.4.12 Primeros auxilios	13
5.4.13 Espacio de trabajo	13
5.4.14 Servicios higiénicos.....	14
5.4.15 Trabajadores minusválidos	14
5.4.16 Disposiciones varias	14
5.5 Identificación de los riesgos y medidas adoptadas.....	14
5.5.1 Riesgos evitables completamente.....	15
5.5.2 Medidas a adoptar para los riesgos completamente evitables	15
5.6 Riesgos no eliminables completamente y sus medidas	15
5.6.1 Riesgos generales en la obra	16
5.6.2 Primeros auxilios	17
5.6.3 Herramientas manuales	18
5.6.4 Máquinas.....	19
5.6.5 Trabajos en altura (andamios, escaleras).....	20
5.6.5 Trabajos en zanjas	21
5.6.6 Riesgo eléctrico	22
5.6.7 Ruido y vibraciones mecánicas.....	23
5.6.8 Ambiente térmico	24
5.6.9 Incendios	24
5.6.10 Ergonomía	25
5.6.11 Emergencia y evacuación	26
5.7 Equipos de protección individual	27
5.7.1 Obligaciones del empresario.....	27
5.7.2 Condiciones generales que deben cumplir	28
5.7.3 Empleados en la obra.....	28
5.8 Señalización en la obra.....	29
5.8.1 Obligaciones del empresario.....	29
5.8.2 Criterios básicos para su uso	30
5.8.3 Obligación en materia de formación e información	30
5.8.4 Tipos	30
5.8.5 Empleadas en la obra	31

5. Estudio Básico de Seguridad y Salud

5.1 Introducción

5.1.1 Objeto

El objeto de este anexo es la redacción del estudio básico de seguridad y salud del presente proyecto durante la construcción e instalación de todos los sistemas de la nave industrial en cumplimiento del artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

5.1.2 Normativa empleada

- Ley 31/95 de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales.
 - Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre que fija las disposiciones máximas de seguridad y salud en las obras.
 - RD 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
 - Reglamento Electrotécnico de Baja tensión.
 - Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
 - RD 286/2006, 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
 - RD 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

5.1.3 Contenido

Contemplará las medidas de prevención y protección técnica necesarias para la realización de una obra en las condiciones idóneas de seguridad, salud. Esto se hará mediante la identificación de los riesgos laborales y las medidas preventivas para eliminar o reducirlos.

5.1.4 Justificación del estudio básico de seguridad y salud en la obra

Atendiendo al artículo 4 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, es la obligación del promotor encargarse de que se redacte un estudio básico de seguridad y salud en caso de no cumplirse ninguna de las siguientes condiciones:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,1 euros).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Asimismo, este estudio da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborables en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar adecuadamente, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

5.2 Descripción general de la obra

5.2.1 Situación básica de la obra

- Denominación: diseño de instalaciones industriales para nave de almacenamiento de distribuidora editorial.
- Tipo de planta: planta sobre rasante en su totalidad.
- Establecimientos colindantes: un concesionario a varios metros de distancia.
- Área de localización: pequeño polígono industrial cerca de la población y el mar.

5.2.2 Suministros básicos

Suministro de la energía eléctrica

La empresa constructora será la encargada de contratar y proveer la electricidad necesaria para la correcta realización de la obra a través de los puntos de enganche requeridos en el lugar.

Servicios higiénicos

La obra dispondrá de servicios higiénicos suficientes y según normativa. Se conectarán las aguas fecales en caso de ser posible a la red de alcantarillado. Si no fuera posible, se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no perjudique al medio ambiente y en general a la zona de los alrededores.

Suministro de agua potable

Este suministro será provisto a través de las conducciones habituales de suministro en la zona cercana a la obra. En el caso de que esto no sea posible, dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

5.2.3 Instalaciones a realizar

En lo que concierne a este proyecto, las actividades a realizar serán:

- Protección contra incendios
- Ventilación mecánica
- Alumbrado de emergencia
- Canalizaciones
- Alumbrado convencional
- Instalación interior
- Instalación de enlace
- La instalación de tierra y protección

5.2.4 Presupuesto de contrato estimado

El presupuesto de ejecución del material y la mano de obra asciende a la cantidad de 92.359,96 EUROS.

5.2.5 Duración estimada y número de trabajadores

Se calcula que podría hacerse todas las instalaciones en un mes con un número de trabajadores de 6 a 8.

5.2.6 Volumen de trabajo estimado

Entendemos por volumen de trabajo estimado al número total de días entre los todos los trabajadores de la instalación. Estimamos alrededor de 30-40 días de trabajo de modo que se seguiría considerando la obligatoriedad de la redacción de este estudio básico de seguridad y trabajo dado que es inferior a los 500 días que marca el reglamento.

5.2.7 Mano de obra

Constará de varios profesionales expertos en la materia (una oficina técnica y trabajadores autónomos):

- Ingeniero de obras
- Oficial instalador/electricista
- Oficial montador
- Peones electricistas/montadores.
- Otro tipo de trabajadores sin especialización en electricidad (peón de obras, conductores de carretillas, etc.)

5.2.8 Recursos a utilizar considerados

Durante la ejecución de la obra del presente proyecto se tiene previsto utilizar diferentes tipos de maquinaria, materiales, herramientas, medios de transporte, etc. A continuación, se pondrá la lista de ello.

Materiales

Tubos, cables, envolventes, soportes, grapas metálicas, tornillería, accesorios, siliconas, cajetines, cajas de empalme, automáticos, diferenciales, extractores, ventiladores, pulsadores, central de detección, diferentes tipos de señalización, tomas, interruptores y conmutadores, cintas, arquetas, tornillería, contratueras, abrazaderas metálicas, luminarias, bandejas, abrazaderas, etc.

Herramientas

- Herramientas eléctricas portables: taladradoras, radiales, martillos perforadores, destornilladores, taladros, soldador portable, multímetro, chequeador portátil de la instalación.
- Herramientas manuales: cuchillas, tijeras, destornilladores, llaves de distinta punta, metros, reglas, medidor de nivel, alicates, cuchilla, tijeras, caja completa de herramientas dieléctricas homologadas, escuadras, etc.
- Herramientas de combustión: pistola fijadora de clavos, equipo de soldadura de propano o butano.

Estructuras de apoyo y medios auxiliares

Andamios móviles, andamios fijos, andamios colgantes, escalera recta, escaleras de mano, cuerdas, poleas, balizas de advertencia, vallas, alfombra aislante, banqueta aislante.

Medios de transporte

Carretillas, carretones de mano a dos ruedas, de forma manual por los operarios, motovolquete.

Tipo de energía empleada

Energía y esfuerzo humano, energía eléctrica y energía hidráulica.

5.3 Consideraciones generales

5.3.1 Derechos y obligaciones

El empresario tiene la obligación para con el cumplimiento del deber de protección, garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo proporcionándoles los siguientes derechos:

- Evaluación de los riesgos de modo que el trabajador pueda desenvolverse en su ámbito de trabajo.
- Información y formación teórico-práctica garantizando un nivel básico de conocimiento.
- Consulta y participación de los trabajadores en materia preventiva
- Permiso a los trabajadores de interrumpir sus actividades en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente.
- Vigilancia del estado de la salud de los trabajadores a través de reconocimientos médicos para detectar y diagnosticar cualquier problema.

Por su parte, los trabajadores también tendrán sus obligaciones.

- Usar adecuadamente cualquier medio con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones de este.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo acerca de cualquier situación que entrañe a su juicio un riesgo para la seguridad y la salud.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente en materia de seguridad y salud.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras, asistiendo a la formación proporcionada.
- Velar tanto por su seguridad y salud, como por la de sus compañeros.

5.3.2 Principios de la acción preventiva

Las actuaciones del empresario para cumplir con las obligaciones en materia de seguridad y salud que tiene estarán basadas en los siguientes principios de la acción preventiva.

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

5.3.3 Designación y funciones del coordinador en seguridad y salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga una empresa y trabajadores autónomos, como en este caso (una oficina técnica y trabajadores autónomos), el promotor, designará un coordinador en materia de seguridad y salud para que redacte este documento antes de realizar las obras. Esto no le eximirá de sus responsabilidades.

En cuanto a sus funciones, atendiendo al artículo 9 del RD 1627/1997, de 24 de octubre, la principal función de este coordinador será el encargarse, por obligación, en coordinar la aplicación de los principios anteriormente descritos durante la ejecución de la obra. Y lo que los trabajadores de la obra estarán obligados a seguir las pautas impuestas por él para una eficiente protección en materia de seguridad y salud.

También, cuando durante la ejecución de la obra observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias (libro con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud). Quedando así facultado para disponer la paralización parcial y/o total de la obra en caso de riesgo grave e inminente para los trabajadores.

5.3.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

En base al presente estudio y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, el contratista, persona que asume contractualmente ante el promotor, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de las circunstancias particulares y propio sistema de ejecución de la obra. De modo que se complemente el estudio con las alternativas básicas que considere.

En función de cómo va a ir desarrollándose la obra, el contratista tendrá la libertad de ir modificando el plan de seguridad tal y como lo crea oportuno.

El coordinador en materia y salud será el encargado de aprobar este plan y sus modificaciones.

5.3.5 Principios generales aplicables al proyecto de obra

Los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en el apartado 5.3.2 de este anexo, tendrán que ser considerados por el proyectista a la hora de realizar el proyecto de obra y especialmente cuando estime la duración necesaria para la ejecución de los trabajos o etapas de este, y al planificar los trabajos que se desarrollarán de forma simultánea o de forma sucesiva.

Además, tendrá en cuenta cada vez que sea necesario, el presente estudio que será coordinado con el proyecto de obra por el coordinador en materia y salud.

5.3.6 Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra

Los principios de la acción preventiva descritos en apartados anteriores, se aplicarán durante la ejecución de la obra, en las siguientes tareas o actividades:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

- La cooperación entre los contratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

5.4 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra.

Las disposiciones que se van a describir a continuación serán aplicables en la obra de la presente nave industrial siempre que se requiera dadas las necesidades y características de esta. Son solo medidas requeridas básicas de cualquier obra aparte de las medidas más específicas que más adelante se explicarán.

Se aplicarán tanto en el interior como en el exterior del local siempre que sea necesario.

5.4.1 Estabilidad y solidez

Deberá procurarse la estabilidad de los materiales y equipos y de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

5.4.2 Instalaciones de suministro y energía

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse, al menos, a lo dispuesto en su normativa específica, el REBT.

Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

La realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

5.4.3 Vías y salidas de emergencia

Estas rutas deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.

Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al RD 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto.

En caso de avería del sistema de alumbrado, estas rutas deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

5.4.4 Detección y lucha contra incendios

Según las características, dimensiones y uso de los locales y obra, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales, así como el número de personas, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios o de detectores de incendios y de sistemas de alarma si fuera necesario.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad de forma regular.

Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados en los lugares y con una resistencia adecuada conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.4.5 Ventilación

Se deberá tener aire limpio en cantidad suficiente teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

5.4.6 Exposición a riesgos particulares

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser

inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

5.4.7 Temperatura

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

5.4.8 Iluminación

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada cuando no sea suficiente la luz natural. Se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

En la obra, donde los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, habrá una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

5.4.9 Puertas y portones

Las puertas situadas en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones claramente señalizadas y expeditas, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos.

5.4.10 Vías de circulación y zonas peligrosas

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, muelles y rampas de carga deberán estar situados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Las dimensiones se calcularán de acuerdo con el número de personas y el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en estas vías, se deberá prever una distancia de seguridad o medios de protección adecuados para las demás personas del recinto. Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores autorizados en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de manera clara.

5.4.11 Muelles y rampas de carga

Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas, el primero tendrá al menos una salida y las rampas deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

5.4.12 Primeros auxilios

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.

Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y fácil acceso para las camillas. Estarán señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Esto será también aplicable a todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

5.4.13 Espacio de trabajo

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.

5.4.14 Servicios higiénicos

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. Estos serán de fácil acceso, dimensiones suficientes y dispondrán de instalaciones que les permita poner a secar su ropa de trabajo.

Cuando no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente adecuada cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo este tipo de locales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos

Estos locales estarán separados para sexo, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

5.4.15 Trabajadores minusválidos

Se acondicionará el lugar de trabajo para ellos, en caso de haber.

Se aplicará particularmente a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados directamente por estos trabajadores.

5.4.16 Disposiciones varias

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

Los trabajadores deberán disponer de agua potable o de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en locales como cerca de los puestos de trabajo.

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

5.5 Identificación de los riesgos y medidas adoptadas

Este apartado tiene como objeto identificar y localizar los posibles riesgos laborales para la seguridad y salud de los trabajadores. Es decir, los inherentes al lugar de trabajo, a las tareas y/o actividades que se desarrollan, de las condiciones de los equipos de trabajo, utilización de agentes químicos o aspectos como la carga física/psíquica a la que se expone a los trabajadores. En base a ello se propondrán medidas y protecciones técnicas que permita su eliminación o al menos, su reducción.

Los riesgos laborales los podemos clasificar en riesgos evitables completamente y no eliminables completamente. La mayoría son del segundo tipo ya que por muchas medidas de seguridad y prevención que empleemos, no es posible eliminarlos completamente dado que no se pueden controlar todas las variables que intervienen y es en los cuales se centra principalmente un estudio básico de seguridad y salud.

Se expondrá una relación no exhaustiva de los principales riesgos laborales que se pueden encontrar de manera general para el tipo de obra del presente proyecto.

5.5.1 Riesgos evitables completamente

Los siguientes riesgos laborales son considerados totalmente evitables mediante la adopción de unas medidas técnicas:

1. Derivados de la rotura de instalaciones existentes.
2. Presencia de líneas eléctricas de baja tensión subterráneas de la zona.
3. Derivados de climatología adversa.
4. Derivados de accesos conflictivos.

5.5.2 Medidas a adoptar para los riesgos completamente evitables

1. Neutralización de las instalaciones existentes
2. Corte del fluido, puesta a tierra y cortocircuito e los cables, si existiera esta circunstancia
3. Interrupción de los trabajos si fuera necesario
4. Se vallará e independizará del acceso público.

5.6 Riesgos no eliminables completamente y sus medidas

Este apartado contendrá la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la máxima reducción posible de su existencia.

Como se ha comentado anteriormente, son la mayoría de los riesgos existentes en las situaciones de trabajo. Por lo que se enfocará sobre los relacionados en este tipo de obra. Se clasificarán según los distintos ámbitos, partes o lugares del trabajo.

Y en función de dichos riesgos, se propondrán medidas de seguridad para minimizarlos.

La protección a emplear será las de tipo individual y las del tipo colectivas.

Protecciones individuales

Se entenderá por equipo de protección individual, EPI, cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier otro complemento.

Protecciones colectivas

Barandillas y escaleras, andamios, vallado perimetral de zonas de trabajo, marquesinas contra caída de objetos, extintores de incendios, medios húmedos en ambientes polvorientos, señalizaciones e indicativos, barreras de protección térmicas en centros de trabajo, orden y limpieza como protección general colectiva son este tipo de protecciones que protegerán simultáneamente a varios trabajadores. Se especificará el ámbito después.

5.6.1 Riesgos generales en la obra

Riesgos

- Caídas de operarios al mismo nivel
- Caídas de operarios a distinto nivel
- Caídas de objetos sobre operarios
- Caídas de objetos sobre terceros
- Choques o golpes contra objetos
- Fuertes vientos
- Condiciones de iluminación inadecuadas
- Trabajos en condición de humedad
- Contactos eléctricos directos e indirectos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Sobreesfuerzos

Medidas preventivas

- Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra.
- Orden y limpieza de los lugares de trabajo.
- Iluminación adecuada y suficiente.
- No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.
- Señalización de la obra.
- Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.
- Vallado del perímetro completo de la obra, resistente y de altura 2m.
- Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra.
- Extintor de polvo seco, de eficacia 21^a - 113B.
- Evacuación de escombros.

- Escaleras auxiliares.
- Información específica.

5.6.2 Primeros auxilios

Riesgos

- Lesiones físicas leves, moderadas, graves.
- Lesiones psicológicas.
- Fracturas.
- Posibilidad de muerte.

Medidas preventivas

- Como primera medida, se informará a la obra y sus trabajadores, del emplazamiento de los diferentes recintos médicos de la zona (servicios propios, ambulatorios, etc.) y la manera de contactarlos.
- Los trabajadores tendrán la obligación de recibir las enseñanzas básicas sobre Seguridad e Higiene y sobre salvamento y socorrismo en los centros de trabajo facilitadas por la empresa
- Botiquines fijos/ portátiles, bien señalizados y convenientemente situados, que estarán a cargo de la persona más capacitada designada por la empresa.
- Proteger, avisar y socorrer como medida inicial al encontrarse un accidentado.
- Actuaciones básicas del socorrista al atender al accidentado:
 - Conservar la calma.
 - Evitar aglomeraciones.
 - No dar de comer ni de beber.
 - No mover al herido.
 - Examinar al herido.
 - Tranquilizar al herido.
 - Mantener al herido caliente.
 - Avisar al personal sanitario.
 - Traslado adecuado.
 - No medicar.
- Actuación para comprobar el pulso y la respiración:

- Aflojar cinturones y corbatas, desabrochar los botones del cuello.
- Procurar que el accidentado respire de forma cómoda.
- Si hay parálisis respiratoria o pulso desaparecido, practicar un masaje cardíaco, sólo en el caso de conocer su técnica.

- Actuación ante fracturas:
 - No desplazar ni mover al herido si se sospecha lesión de columna vertebral, cuello o cabeza.
 - Solicitar inmediatamente ayuda a personal sanitario.
 - Mantener la cabeza del accidentado en el eje cuello-tronco.
 - Para otras fracturas, inmovilizar la zona afectada

- Actuación ante heridas:
 - En heridas sangrantes, aplicar un vendaje compresivo y apretar sobre la herida.
 - Realizar el traslado a un centro sanitario.
 - Si va a curar heridas, lavarse muy bien las manos. Utilizar desinfectantes, apósitos y guantes esterilizados.

- Actuación ante quemaduras:
 - En quemaduras leves, salvo las eléctricas, la actuación se limita al lavado con agua fría durante unos minutos y su posterior revisión por el médico. No aplicar sobre la quemadura ninguna sustancia y cubrir con una gasa estéril.
 - Para quemaduras más graves, llevar urgentemente al accidentado a un centro sanitario.
 - Nunca quitar la ropa en la zona del cuerpo que se haya producido una quemadura.

5.6.3 Herramientas manuales

Riesgos

- Caída de las herramientas durante la manipulación (propio o ajeno)
- Golpes y cortes contra objetos y herramientas móviles o inmóviles
- Proyección de partículas o fragmentos
- Atrapamientos por y entre objetos

Medidas preventivas

- Orden y limpieza de los lugares de trabajo con las herramientas en sus fundas y ubicadas en su lugar correspondiente.

- Las herramientas deben ser las apropiadas para cada tipo de tarea.
- Comprobar que los mangos u otros elementos están sujetos de forma efectiva.
- Los mangos de los martillos deben presentar una superficie limpia, sin barnizar y perfectamente encajados a la cabeza de este. No deben utilizarse herramientas cuyas cabezas presenten rebabas o superficies deterioradas.
- No deben de guardarse herramientas en los bolsillos o en los cinturones.
- Para evitar golpes producidos por llaves fijas, deben adaptarse perfectamente a la cabeza de la tuerca/ perno y debe colocarse perpendicularmente al mismo.
- Siempre que sea posible, es más seguro utilizar llaves fijas que las ajustables y es más seguro tirar que empujar la llave.
- Los alicates y tenazas deben mantener un buen corte, limpio y afilado.
- En el caso concreto de herramientas neumáticas, inspeccionar periódicamente las mangueras y conexiones de aire comprimido.
- No debe utilizarse el aire comprimido para limpiar la ropa de trabajo, ni aplicarlo sobre la piel.

5.6.4 Máquinas

Riesgos

- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Proyección de partículas o fragmentos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos: por un mal manejo de estos por el propio trabajador.
- Atropello o golpes con vehículos por circular en vías no permitidas de la obra o debido al error de otro trabajador que maneje.

Medidas preventivas

- Las máquinas deberán tener el marcado “CE”.
- Las máquinas y sus sistemas de seguridad deberán tener mantenimiento preventivo y periódico según el fabricante.
- El trabajador deberá conocer el adecuado funcionamiento de las máquinas y sus sistemas de seguridad.
- Se dotará al trabajador de los equipos de protección individual necesarios para cada fin en caso de no ser posibles los sistemas de seguridad.

- Si se proyectan esquirlas o partículas, se instalarán pantallas como medio de protección colectiva, o en su defecto se deberá utilizar protección ocular como EPI.
- La manipulación en el interior de la máquina debe hacerse con esta parada y con dispositivos que impidan su puesta en marcha sin consentimiento.
- No se deben inutilizar, modificar o anular los dispositivos de seguridad.
- Deben utilizarse EPIS como guantes, gafas, calzado de seguridad, u otros en función del riesgo.
- En máquinas de transporte (carretillas, motorvolquetes, etc.), el conductor deberá tener los correspondientes conocimientos y licencia para ello.
- Señalización para la circulación de vehículos de transporte dentro de la obra.

5.6.5 Trabajos en altura (andamios, escaleras)

Riesgos

- Caídas de personas a distinto y mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes, cortes y atrapamientos.

Medidas preventivas

- Uso de estos EPIs: casco, botas de seguridad con suela antiperforación, guantes, gafas de seguridad, cinturón y/o arnés de seguridad.
- Cualquier defecto del material que utilicemos deberá ser comunicado inmediatamente a su supervisor.
- Utilizar sistemas canalizados para evacuar materiales de cualquier índole entre diferentes niveles y alturas, no tirarlos libremente.
- Si el andamio posee ruedas, deberán estar bien bloqueadas.
- No utilizar andamios y plataformas de trabajo sin barandillas de seguridad, o zócalos protectores de caídas de material.
- Los andamios deben ser instalados por personal debidamente cualificado.
- La subida y bajada en escaleras de mano debe hacerse siempre de frente a ella y sin transportar cargas que dificulten el agarre a los largueros.

- No usar escaleras con más de una persona al mismo tiempo.
- No utilizar escaleras deformadas o sin sistema antideslizante.
- Comprobar que las suelas del calzado no tienen grasa, barro o cualquier otro elemento que pueda hacer resbalar el pie antes de subir una escalera.
- Señalizar, en caso de haber, cargas suspendidas en los andamios.

5.6.5 Trabajos en zanjas

Riesgos

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes, cortes y atrapamientos.

Medidas preventivas

- Antes de apertura, se deberá llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer su estabilidad y la posible existencia de conducciones.
- Los operarios que trabajen en el interior de las zanjas deben estar debidamente informados, formados y provistos de sus correspondientes EPIS como cascos de seguridad, guantes o vestuario laboral oportuno.
- La limpieza de los puestos de trabajo será una medida fundamental para prevenir los accidentes por pisoteo de objetos.
- Se evitará la acumulación del material excavado y equipos junto al borde de las zanjas.
- En caso de lluvias y encharcamientos de zanjas, es imprescindible la revisión minuciosa y detallada antes de reanudar los trabajos.
- Se deberá disponer, al menos, de una escalera portátil que sobrepase en 1 m el borde de la zanja, por cada equipo de trabajo.
- La anchura de la zanja será suficiente para permitir la realización de los trabajos (65 cm de anchura para una profundidad de hasta 120 cm).
- Se recordará la prohibición de fumar en las cercanías.
- Para una altura inferior a 2 m como en este caso, se señalizarán y acotarán con cintas de señalización a distancia suficiente.

- En el caso de visibilidad baja, señalizar mediante pilotos destellantes al preverse la circulación en sus inmediaciones de personal o vehículos.
- Disponer de medios manuales, palas, en las inmediaciones para realizar un posible rescate en caso de accidente por sepultamiento. No emplear medios mecánicos para ello.
- A las zanjas debe accederse, y salir, mediante escaleras de mano.

5.6.6 Riesgo eléctrico

Riesgos

- Riesgo de electrocución mediante contacto eléctrico directo e indirecto.
- Riesgo de electrocución mediante arco eléctrico.
- Elementos candentes y quemaduras.
- Incendio o explosión.
- Posibilidad de caídas de altura o golpes con otros objetos.

Medidas preventivas

- Orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- Coordinar con la empresa suministradora Endesa, definiendo las maniobras eléctricas a realizar.
- Se deberán utilizar siempre los EPIs específicos para este tipo de trabajo: guantes, calzado sin ningún elemento metálico, casco aislante, gafas, pantallas faciales, etc.
- Comprobar el estado de los EPIs antes de usarlos.
- No desconectar ni alterar los sistemas de protección.
- Siempre se desconectará la corriente antes de manipular equipos o instalaciones en tensión.
- Tirar de la clavija de un enchufe para desconectarla y no del cable de alimentación.
- Los trabajos eléctricos sólo pueden ser realizados por personal cualificado e instruido.
- Alejamiento de las partes activas de la instalación para evitar cualquier tipo de contacto fortuito con elementos conductores que se manipulen.
- Usar herramientas con partes aislantes.

- No llevar accesorios como anillos, pulseras o relojes metálicos.
- No apagar con agua un equipo eléctrico en caso de incendio.
- Se evitarán conexiones múltiples, empalmes defectuosos y todos aquellos materiales que no presenten un buen estado.
- Prestar atención al aislamiento de cables y conexiones. Deberán tener cubiertas protectoras, del tipo antihumedad, y no deberán estar en contacto o sobre el suelo en zonas de tránsito.
- Señalizar, si es necesario, las zonas donde exista un riesgo eléctrico.
- Los bornes de cuadros y máquinas, protegidos con material aislante.
- Recomendable el uso de banquetas o alfombras aislantes.
- No trabajar sobre superficies húmedas o conductoras.
- Prohibido la utilización de las puntas desnudas de los cables como clavijas de enchufe macho.

5.6.7 Ruido y vibraciones mecánicas

Riesgos

- Disminución parcial o total de la capacidad auditiva.
- Lesiones corporales por vibraciones.

Medidas preventivas

- Cuando se sobrepasen los límites permitidos de ruido, 80 dBA en un trabajo de 8 horas diarias, debe reducirse el tiempo de exposición y, si no es posible, utilizar protección personal auditiva.
- Los EPI a usar pueden ser: cascos antirruidos, auriculares y tapones.
- Como cualquier otro sistema de protección y seguridad, los EPIs auditivos son personales y deben mantenerse en correcto estado de conservación.
- Proporcionar la información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas.
- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.

- El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones. Asientos, amortiguadores u otros sistemas para el tronco y asas, mangos o cubiertas para las manos y brazos.

5.6.8 Ambiente térmico

Riesgos

- Contactos térmicos con focos de calor.
- Exposición a temperaturas ambientales extremas (calima).

Medidas preventivas

- Disminuir el tiempo de exposición.
- Dosificar la exposición para establecer una aclimatación en el personal de nuevo ingreso.
- Realizar reconocimientos médicos iniciales y periódicos a los trabajadores expuestos a condiciones extremas.
- Utilizar EPIs como pantallas faciales a la hora de soldar.
- Establecer períodos de descanso en zonas con temperaturas más benignas.
- En caso de calor, ingerir agua no muy fría con frecuencia para reponer las pérdidas por sudor.

5.6.9 Incendios

Riesgos

- Incendio.
- Explosión.
- Quemaduras.
- Asfixia.

Medidas preventivas

- Mantener siempre el orden y la limpieza en los centros de trabajo.
- No fumar allí donde existan sustancias combustibles.
- Confirmar siempre que los cigarrillos u otros focos de ignición se han apagado completamente.

- No sobrecargar la instalación eléctrica conectando varios aparatos a una misma toma.
- No depositar materiales combustibles cerca de focos de ignición.
- Usar equipos de extinción: extintores de incendio.
- Los extintores deberán situarse en un lugar visible (no colgar nada de ellos) y accesible con su correspondiente señalización.
- Informarse sobre el tipo de extintor, para conocer en qué tipos de fuego/s es eficaz o compatible.
- Asegurarse de que la intervención puede realizarse con seguridad, sin que ésta implique riesgo para su persona u otras personas.
- Al coger el extintor, colocar la palma de su mano debajo del mismo para evitar que el extintor resbale y caiga.
- Quitar el pasador y dirigir el chorro de agente extintor a la base de las llamas y en movimiento de zig-zag.
- En todo momento mantener una vía de salida a sus espaldas, atacando el incendio en la misma dirección que su desplazamiento. De espaldas al viento en el exterior y a favor de la corriente en interiores.
- Utilizar extintores de polvo ABC con eficacia 21 A en caso de fuego con presencia de tensión eléctrica. No utilizar agua.
- Avisar a los bomberos en caso de no poder controlar el incendio.
- Cambiar el extintor por uno nuevo al acabarse.

5.6.10 Ergonomía

Riesgos

- Peligros asociados con manejo manual de cargas: trastornos músculo-esqueléticos derivados de movimientos repetitivos, posturas forzadas.
- La fatiga física es el origen de las lesiones dorsolumbares entre otras.
- Sobreesfuerzos en manos, cortes, golpes y atrapamientos.

Medidas preventivas

- El peso máximo recomendado en trabajos habituales de manipulación de cargas es de 25 kg.

- Para evitar o reducir el riesgo que entraña la manipulación de cargas, es aconsejable:
 - Utilizar medios mecánicos o automáticos que nos ayuden a transportar una carga.
 - Evitar los movimientos de torsión o de flexión del torso.
 - Evitar recorrer grandes distancias de elevación, descenso o transporte de cargas.
 - Reducir los movimientos repetitivos.
 - Eliminar posturas de trabajo forzadas e incómodas.

- Para un correcto levantamiento de cargas se deben realizar las siguientes operaciones:
 - Acercarse a la carga.
 - Separar las piernas y flexionar las rodillas.
 - Mantener la espalda recta y ligeramente inclinada hacia delante.
 - Sujetar correctamente la carga con ambas manos y cerca del cuerpo.
 - Levantar la carga con la fuerza de las piernas.
 - No doblar ni girar la espalda mientras se manipula la carga. Hágalo moviendo los pies si tiene que dar la vuelta.

5.6.11 Emergencia y evacuación

Riesgos

- Todos los mencionados hasta ahora en apartados anteriores.

Medidas preventivas

Todas las medidas preventivas comentadas en apartados anteriores dado que en una situación de evacuación por emergencia podrían producirse los riesgos descritos hasta ahora.

Además de dichas medidas, se aplicarán otras más específicas con el fin de no agravar aún más la situación. Se describirán a continuación.

- Seguir las instrucciones de los equipos de intervención contra incendios.
- Seguir las flechas indicadoras de las rutas de evacuación.
- Mantener la calma y no gritar.
- Evacuar rápidamente, pero sin correr.
- Andar cerca de la pared.

- No retroceder para recoger objetos personales.
- Cerrar las puertas y ventanas que encuentre en el camino de evacuación.
- Si existe un punto de reunión para emergencias, dirigirse y permanecer en él hasta que se indique.
- En un ambiente de humo que dificulta la respiración: desplazarse agachado, gateando, y si es posible, colocarse un pañuelo mojado sobre la boca y nariz.
- Si se prende la ropa: no huir corriendo, revolcarse por el suelo dando vueltas sobre el cuerpo.
- Si está atrapado: tapar con trapos húmedos todas las rendijas por donde pueda penetrar el humo y hacer notar su presencia hasta que sea rescatado.

5.7 Equipos de protección individual

Se aplicará lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual o EPIs.

5.7.1 Obligaciones del empresario

Atendiendo al artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales obliga al empresario, en cuanto a formación respecto a EPIs, a:

- Garantizar suficiente y adecuada formación teórico-práctica para cada trabajador en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación como cuando se produzcan cambios en sus funciones o cambios en los equipos de trabajo.
- La formación será en relación con el puesto de trabajo o función de cada trabajador.
- La formación en EPIs y su correcto uso se impartirá por la empresa y sus propios medios.
- El coste recaerá en la empresa y no en los trabajadores, dado que es su obligación proporcionarles este conocimiento.

Y durante la ejecución de la obra como tal, el empresario estará obligado a:

- Determinar los puestos de trabajo en los que deba recurrirse a los EPIs.
- Elegir los EPIs conforme a dichos puestos de trabajo.
- Proporcionar gratuitamente a los trabajadores los EPIs que deban utilizar, reponiéndolos cuando resulte necesario

- Velar por que la utilización de los equipos se realice conforme a las instrucciones del fabricante o el experto si lo hubiera.
- Asegurar que el mantenimiento de los equipos se realice adecuadamente, según las instrucciones del fabricante o los expertos.

5.7.2 Condiciones generales que deben cumplir

Los EPIs proporcionarán una protección eficaz frente a los riesgos que motivan su uso, sin ocasionar riesgos adicionales. A tal fin deberán:

- Responder a las condiciones existentes en el lugar de trabajo.
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas y fisiológicas y el estado de salud del trabajador para adecuarse a ellos.
- En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios EPIs, éstos deberán ser compatibles entre sí y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.
- En cualquier caso, los EPIs que se utilicen de acuerdo deberán reunir los requisitos establecidos en cualquier disposición reglamentaria que les sea de aplicación, en particular en lo relativo a su diseño y fabricación.

5.7.3 Empleados en la obra

A continuación, se mostrará el resumen de los EPIs a utilizar en la obra descritos en apartados anteriores.

Protectores de la cabeza

- Cascos de seguridad.
- Cascos de protección contra choques e impactos.
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido, de tejido recubierto, etc.).

Protectores del oído

- Protectores auditivos tipo tapones.
- Protectores auditivos desechables o reutilizables.
- Protectores auditivos tipo orejeras con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca.

Protectores de los ojos y de la cara

- Gafas de montura universal.
- Gafas de montura integral (uni y/o biocular).
- Pantallas faciales.
- Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).

Protección de las vías respiratorias

- Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura.

Protectores de manos y brazos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico.
- Guantes contra las agresiones de origen térmico.
- Manoplas.

Protectores de pies y piernas

- Calzado de seguridad.
- Calzado de protección.
- Calzado de trabajo.
- Calzado frente a la electricidad
- Calzado de protección contra las motosierras.
- Polainas.
- Rodilleras.

Protectores del tronco y el abdomen

- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas.
- Cinturones de sujeción del tronco.

Protección total del cuerpo

- Equipos de protección contra las caídas de altura.
- Dispositivos anticaídas deslizantes.
- Arnese.
- Cinturones de sujeción.
- Ropa de protección contra las agresiones mecánicas.
- Ropa antipolvo.
- Ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).

5.8 Señalización en la obra

El uso de estos elementos constituye otra acción de tipo preventiva necesaria en este ámbito de trabajo. Se regirá por lo dispuesto en Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.8.1 Obligaciones del empresario

Siempre que resulte necesario y teniendo en cuenta los criterios que describirán en el apartado siguiente, el empresario deberá adoptar las medidas precisas para que en los lugares de trabajo exista una señalización de seguridad y salud que cumpla lo establecido en la normativa.

5.8.2 Criterios básicos para su uso

La señalización de seguridad y salud en el trabajo deberá utilizarse siempre que el análisis de los riesgos existentes, de las situaciones de emergencia previsibles y de las medidas preventivas adoptadas, ponga de manifiesto la necesidad de:

- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

5.8.3 Obligación en materia de formación e información

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores y los representantes de los trabajadores sean informados de todas las medidas que se hayan de tomar con respecto a la utilización de la señalización de seguridad y de salud en el trabajo.

También deberá proporcionar a los trabajadores y a los representantes de los trabajadores una formación adecuada, en particular mediante instrucciones precisas, en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.8.4 Tipos

Principalmente, existen 5 tipos de señales.

- Obligación: indican obligatoriedad de utilizar determinadas protecciones.
- Prohibición: prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro impidiendo ciertas actividades que ponen en peligro la salud propia o de otros trabajadores.
- Peligro o advertencia: avisan de posibles peligros que puede conllevar la utilización de algún material o herramienta.
- Auxilio: ayudan y proporcionan información acerca de los equipos de auxilio.
- Para equipos contra incendios: señales en relación a este ámbito.

Se distinguen por el **Color**:

- Azul para las acciones obligatorias.
- Rojo como color de prohibición y para las de contra incendio.
- Amarillo como color de prudencia (peligro/advertencia).

- Verde para las acciones positivas (auxilio).

y la **Forma:**

- Discos o círculos se usan para las prohibiciones o instrucciones.
- Los triángulos se usan para las advertencias.
- Los cuadrados y rectángulos se usan para la señalización de emergencia y de información.

5.8.5 Empleadas en la obra

De obligatoriedad:

- Uso de cascos, cinturón de seguridad, gafas, mascarillas, protectores auditivos, botas y guantes, etc.
- Indicando el trayecto de la circulación permitida de los vehículos.
- El paso a toda persona ajena a la obra.
- Encendido del fuego, fumar.

De prohibición:

- En salidas de vehículos se usarán señales de STOP.
- Señales limitadoras de la velocidad de los medios de transporte por la zona.
- Prohibido aparcar.

De peligro/advertencia:

- Riesgo eléctrico.
- Caída de objetos.
- Caída a distinto nivel.
- Maquinaria en movimiento.
- Cargas suspendidas.

De auxilio:

- Localización de los elementos básicos sanitario: botiquín.
- Teléfono de socorro.
- Ruta de evacuación.
- Salida.

De contra incendios:

- Señales para el extintor.



PLANOS

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice – Planos

- 01.** Plano de Situación y Emplazamiento
- 02.** Plano de Distribución de la Nave
- 03.** Plano de Distribución del Alumbrado
- 04.** Plano de la Distribución de la Instalación del Alumbrado
- 05.** Plano de Fuerza e Instalación
- 06.** Plano de Conexión entre Cuadros
- 07.** Plano de Puesta a Tierra
- 08.** Plano de PCI
- 09.** Plano de Señalización
- 010.** Plano de Ventilación
- 011.** Esquema Unifilar del Cuadro Principal de Distribución
- 012.** Esquema Unifilar del Cuadro Secundario 1 (Almacén)
- 013.** Esquema Unifilar del Cuadro Secundario 2 (Vestuario)
- 014.** Esquema Unifilar del Cuadro Secundario 3 (Oficina)



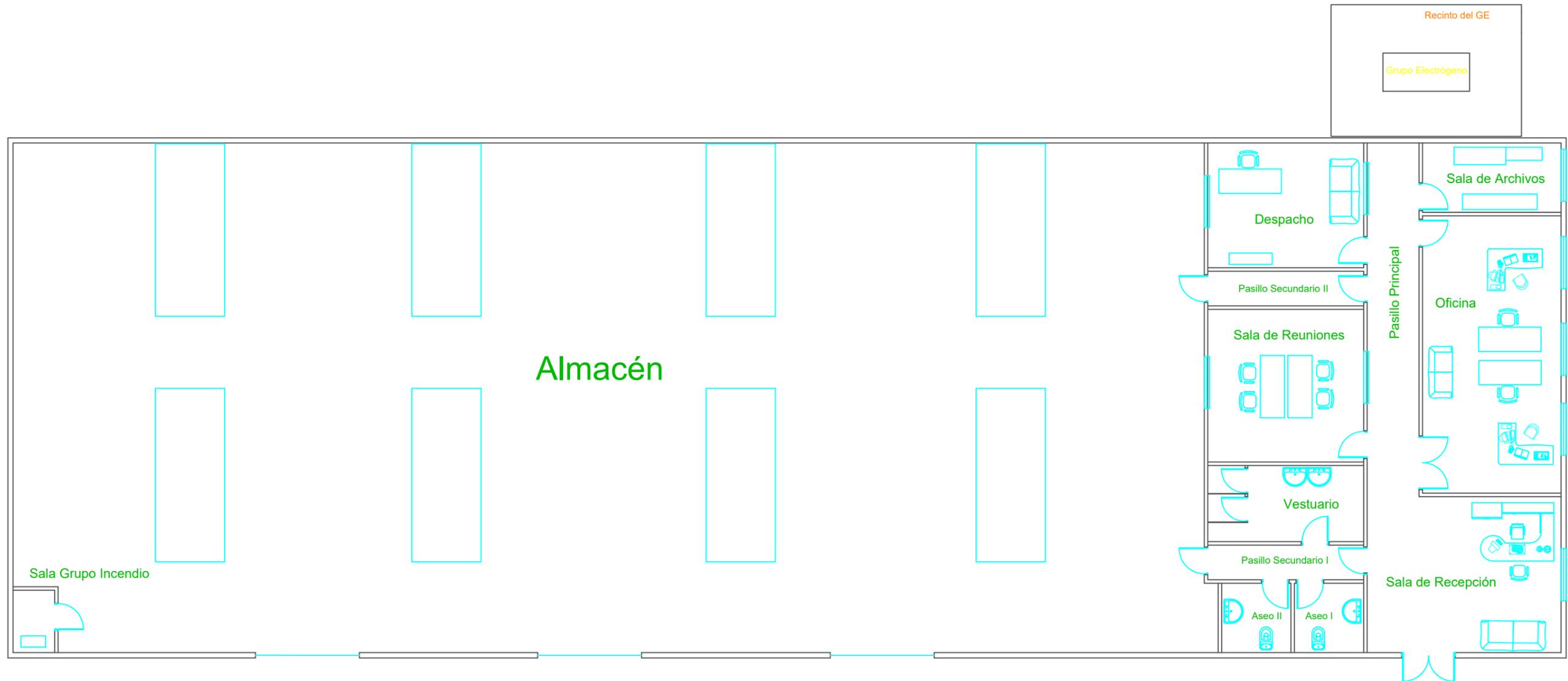
Escala: 1/4000

Escala: 1/20000



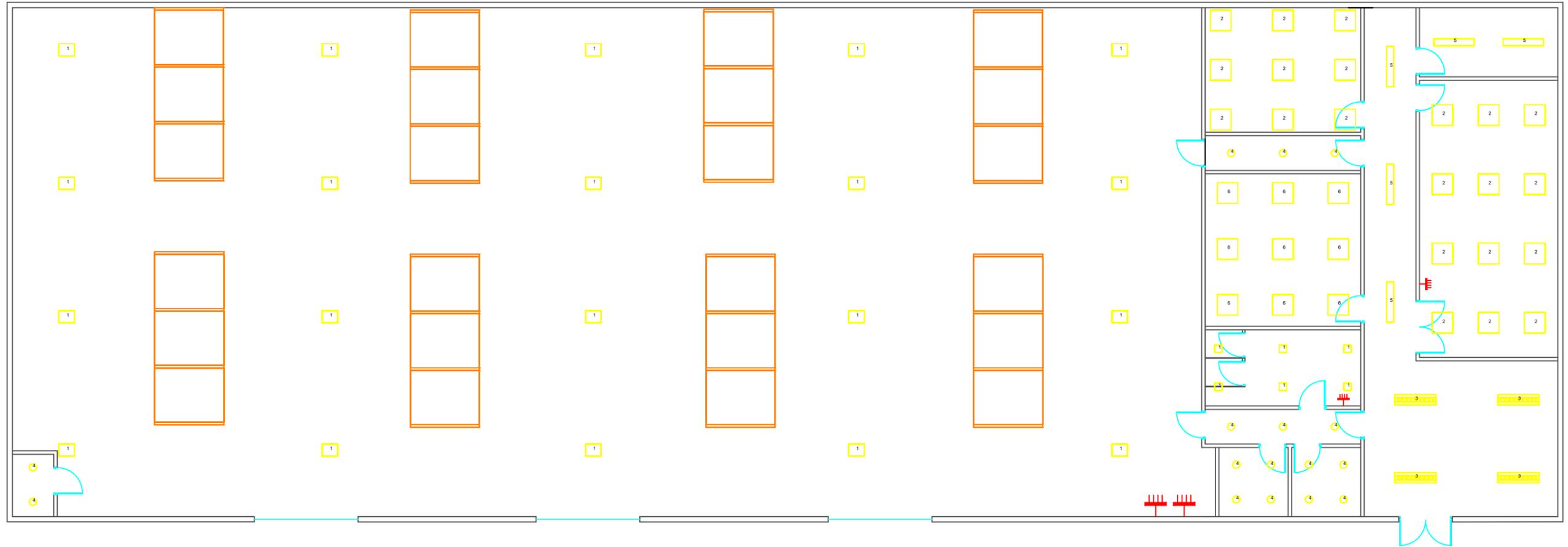
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor		 Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
01	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		Universidad de La Laguna
Escala: varias	Situación y Emplazamiento		Julio 2021



Recinto	Área [m2]	Recinto	Área [m2]
Almacén	507.89	Pasillo Secundario I	4.5
Sala Grupo Incendio	2.16	Pasillo Secundario II	4.5
Sala Recepción	25.2	Vestuario	9.9
Aseo I	4	Sala de Reuniones	19.8
Aseo II	4	Pasillo Principal	15.3
Sala de Archivos	8	Oficina	32
Despacho	16.2	Recinto Grupo Electrónico	20.9

DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL			
Nº plano	Autor	 Universidad de La Laguna	Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
02	Cristian		
Id. s. Normas	Stati		
UNE-EN-DIN			
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	Distribución y superficie		Julio 2021
1:250			



Leyenda			
	PHILIPS BY470P		PHILIPS RS060B
	PHILIPS DN572B PSE-E		PHILIPS SM134V PSD W20L120
	PHILIPS RC125B W60L60		PHILIPS TBS165 G
	PHILIPS RC360B G2 PSD W30L120		CUADRO DE DISTRIBUCIÓN

DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor
03	Cristian
Id. s. Normas	Stati
	UNE-EN-DIN

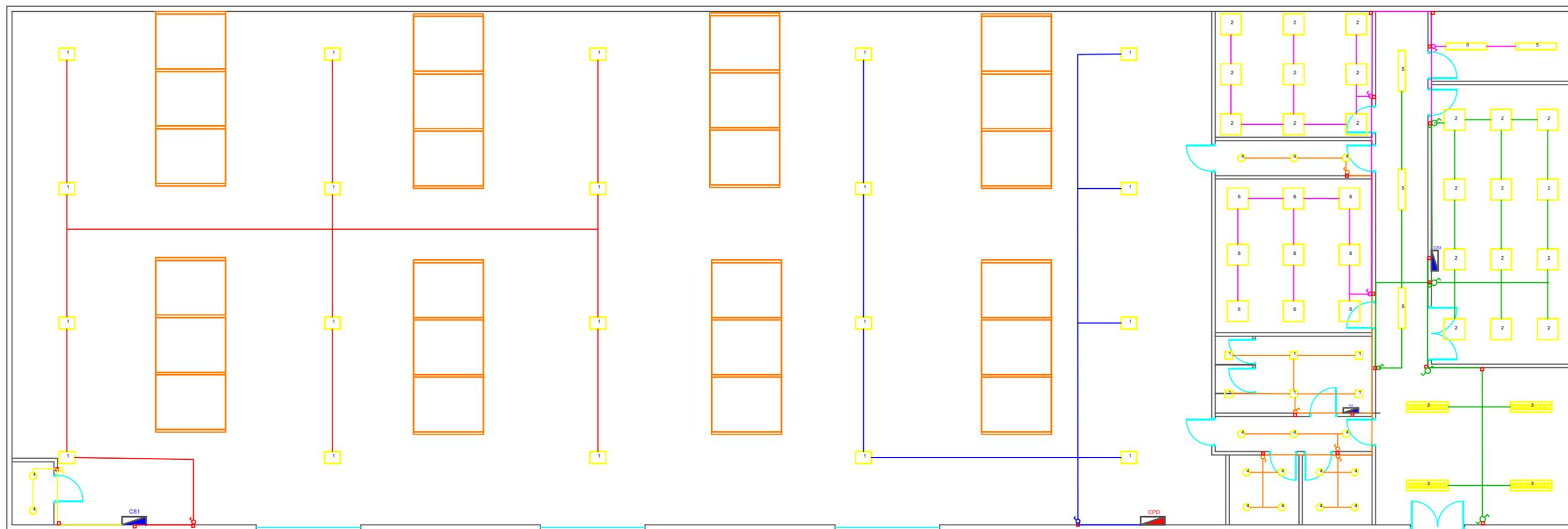


Grado en Ingeniería Electrónica,
Industrial y Automática
Universidad de La Laguna

Escala:
1:250

Distribución del alumbrado común

Julio 2021

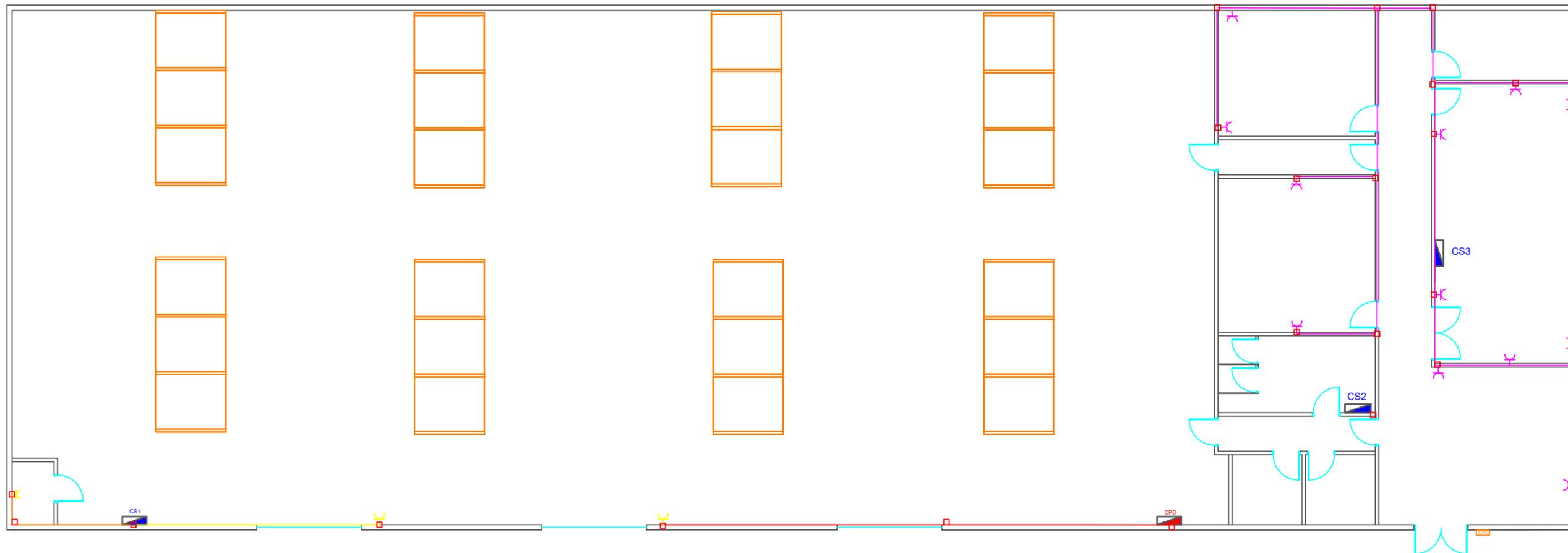


Leyenda instalación del alumbrado

	Cuadro principal de distribución		Circuito A1 almacén (CS1)		Interruptor circuito A1
	Cuadro secundario 1 (almacén)		Circuito A2 almacén (CS1)		Interruptor circuito A2
	Cuadro secundario 2 (vestuario)		Circuito A3 vestuario (CS2)		Interruptor circuito A3
	Cuadro secundario 3 (oficina)		Circuito A4 zona administrativa (CS3)		Conmutador circuito A4
	Caja de registro		Circuito A5 zona administrativa (CS3)		Interruptor circuito A5

DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

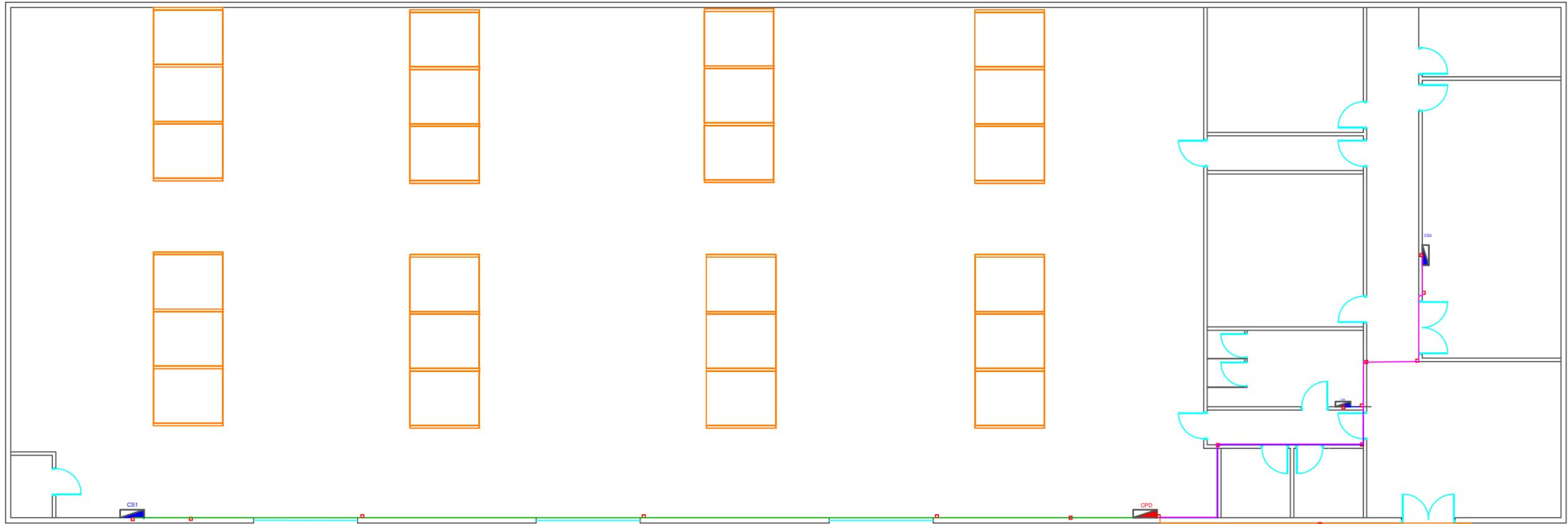
Nº plano	Autor		 Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
04	Cristian		
Id. s. Normas	Stati		
Escala:	UNE-EN-DIN		
1:250	Instalación Alumbrado		Julio 2021



Leyenda

	Cuadro principal de distribución		Circuito F1 (punto de recarga EV)
	Cuadro secundario 1		Circuito F2 (punto de recarga EV)
	Cuadro secundario 2		Circuito G1 (grupo de bombeo)
	Cuadro secundario 3		Circuito F3 (tomas de uso general)
	Tomas de uso común 16A/250V		Toma dedicada 32A/400 V (grupo inc.)
	Tomas dedicadas (EV) 16A/250 V		Caja de registro

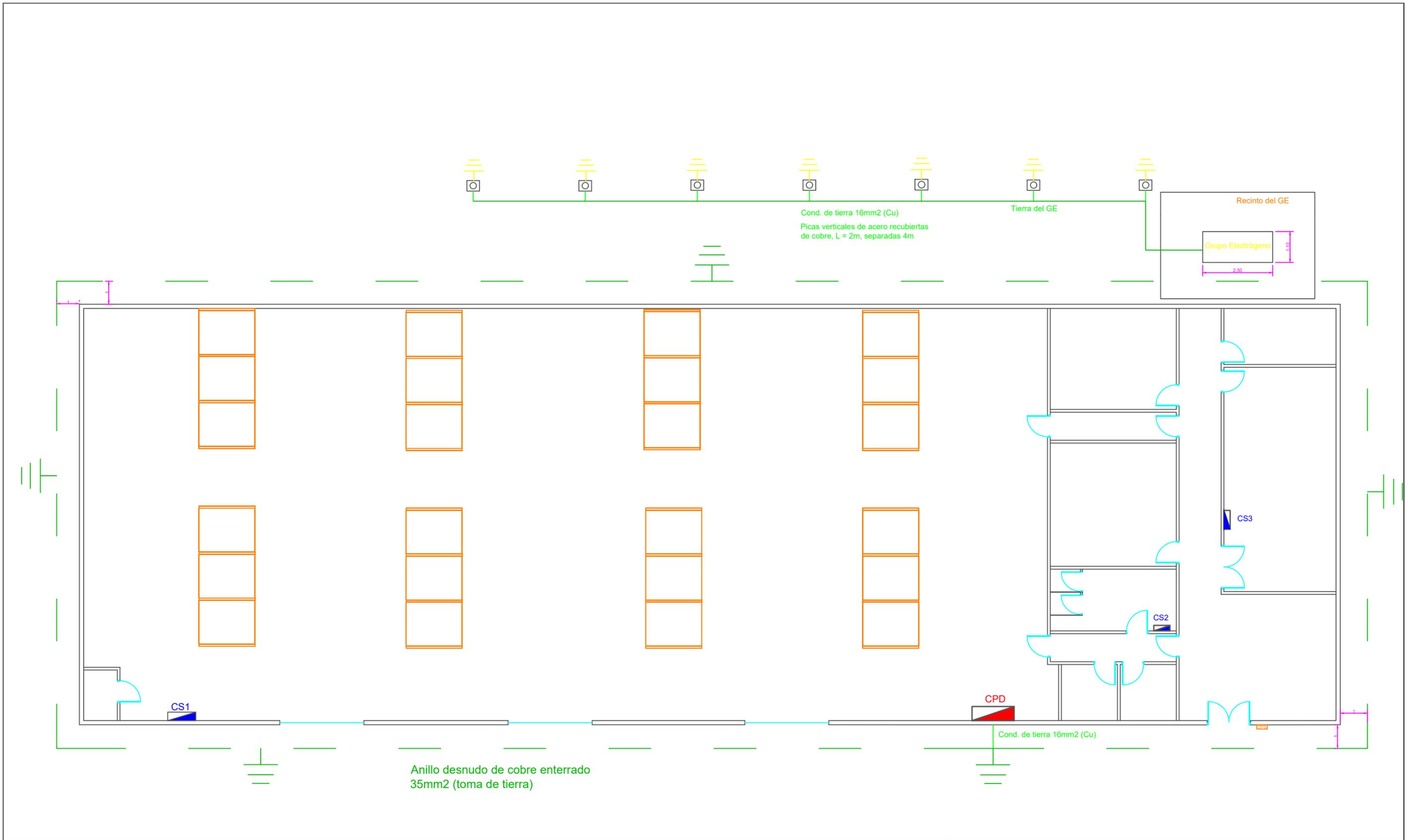
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL			
Nº plano	Autor	 Universidad de La Laguna	Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
05	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		
Escala: 1:250	Plano de fuerza e instalación		Julio 2021



Legenda conexión entre cuadros

	Cuadro principal de distribución		Circuito C1 - almacén
	Cuadro secundario 1 (almacén)		Circuito C2 - vestuario
	Cuadro secundario 2 (vestuario)		Circuito C3 - oficina
	Cuadro secundario 3 (oficina)		Derivación individual
	Caja de registro		Caja general de protección

DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL			
Nº plano	Autor		Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
06	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		
Escala: 1:250	Conexión entre cuadros		Julio 2021

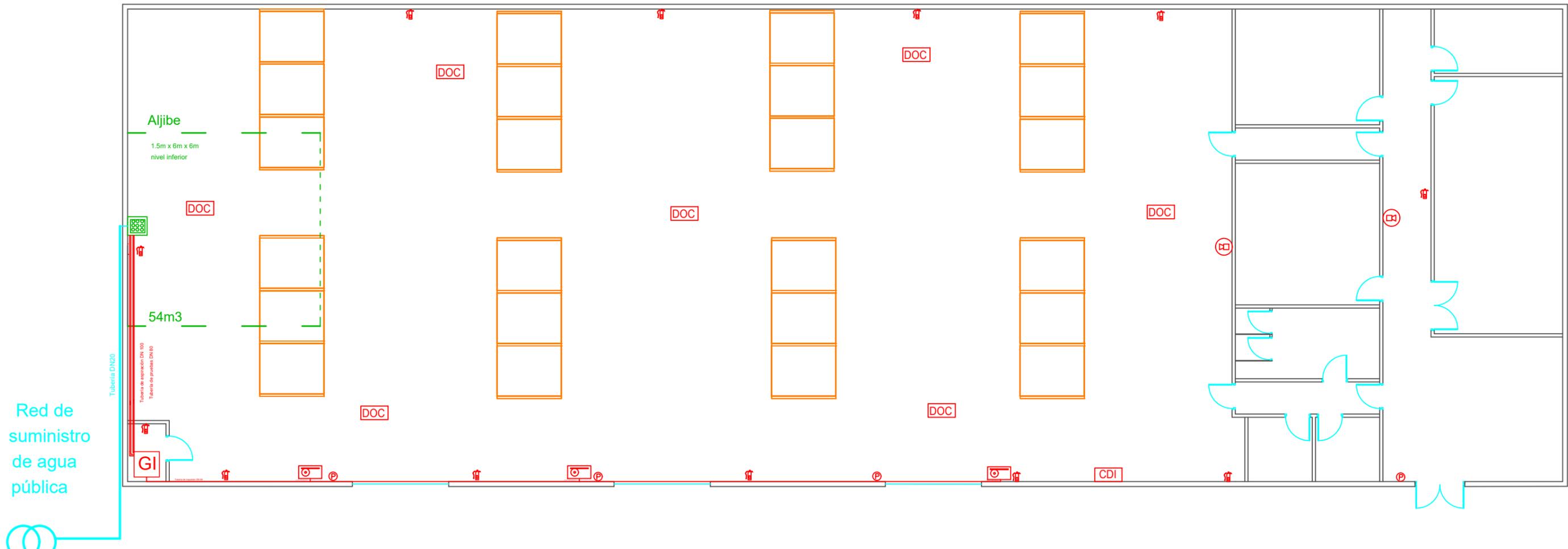


Leyenda PAT			
	Cuadro principal de distribución		Conductor de tierra 16 mm ²
	Cuadro secundario		Conductor desnudo en zanja (anillo) 35 mm ²
	Toma de tierra instalación		Arqueta
	Toma de tierra grupo electrógeno		Caja general de protección

DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor		Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
07	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

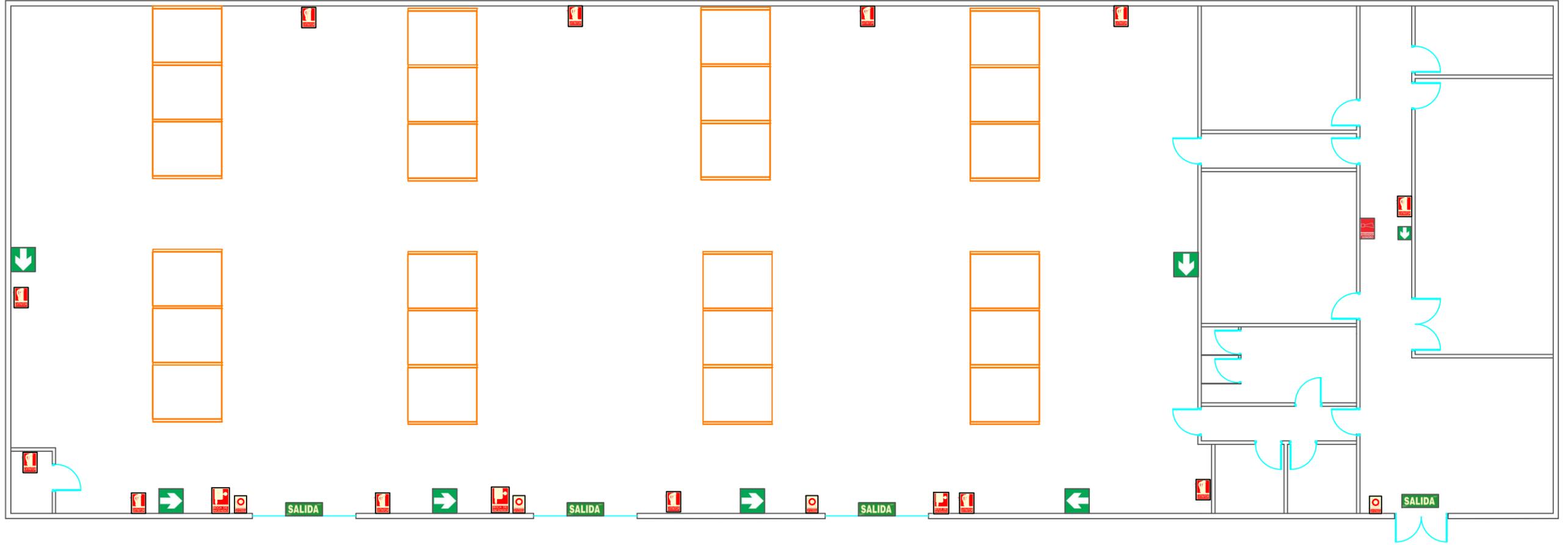
Escala: 1:250	Puesta de Toma a Tierra	Julio 2021
------------------	-------------------------	------------



Leyenda Elementos PCI

DOC	Detectores Humo Ópticos Convencionales		Extintor ABC 34 A Polvo seco
	B.I.E. 45 mm Ø (manguera de 20m.)	P	Pulsador manual
CDI	Central Detección Incendios		Sirena de alarma
GI	Grupo de bombeo Contra Incendios		

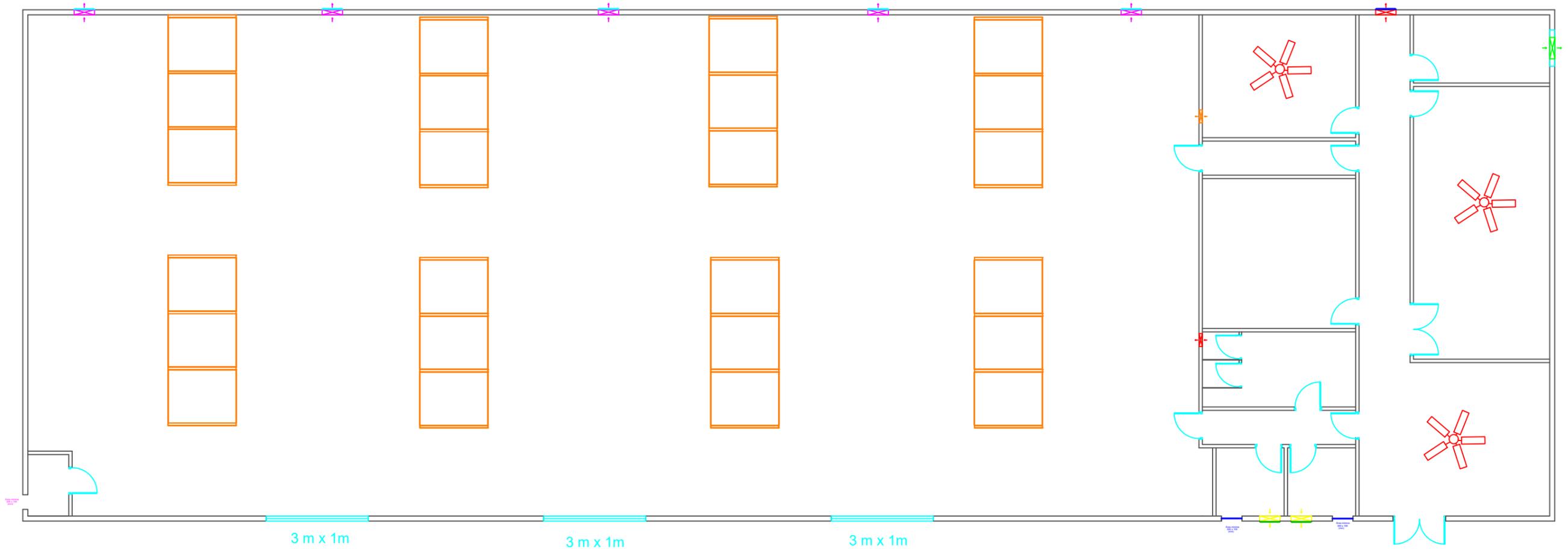
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL			
Nº plano	Autor		Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
08	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		
Escala:	Protección contra incendios		Julio 2021
1:250			



Leyenda Señalización

	Extintor ABC 34 A Polvo seco
	Pulsador manual
	Sirena de alarma
	B.I.E.
	Dirección/ruta salida
	Salida habitual/ evacuación

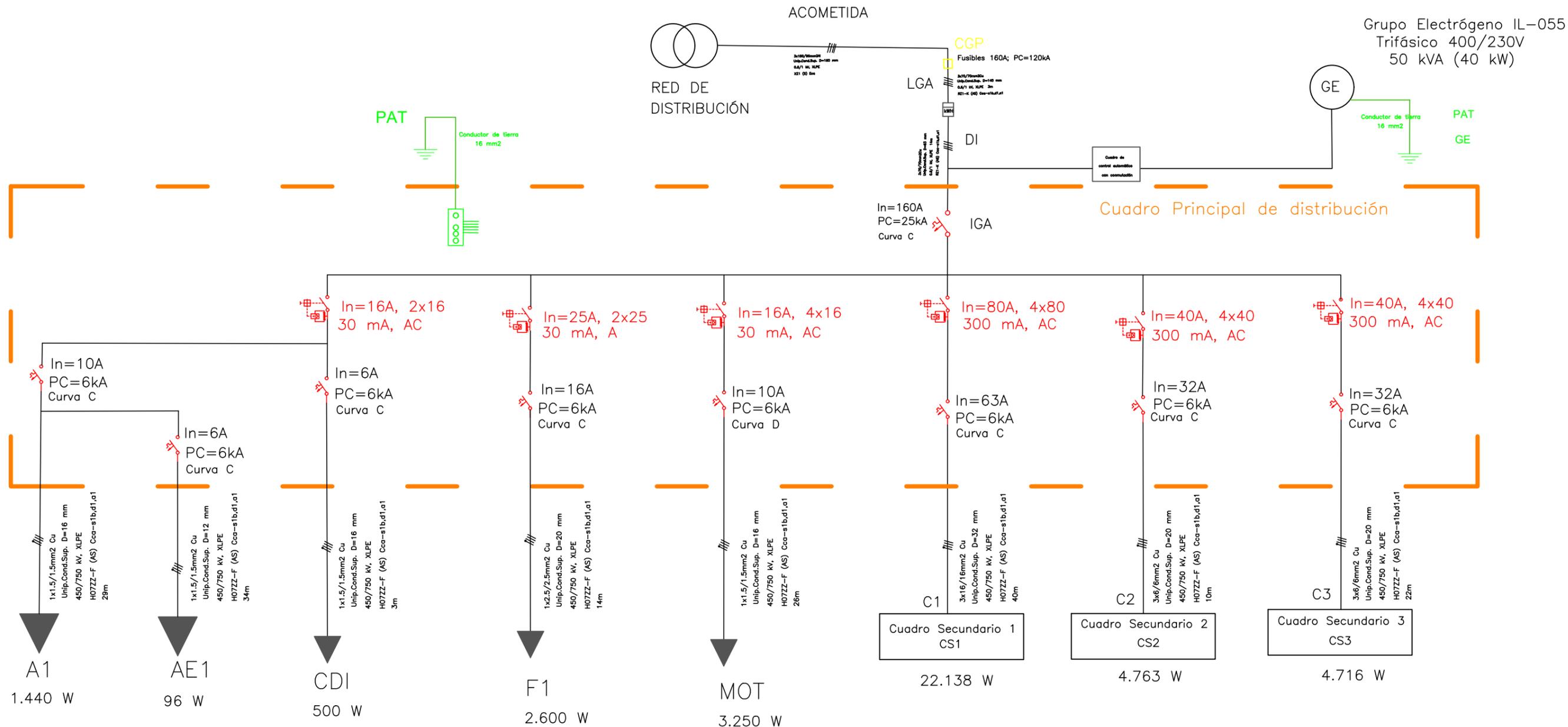
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL			
Nº plano	Autor		Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
09	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		
Escala: 1:250	Señalización PCI	Julio 2021	



Leyenda ventilación			
	Extractor HCFB/6-630/H-A		Rejilla de admisión (aseos)
	Persiana sobrepresión PER-630 CR		Rejilla de admisión (sala grupo bombeo)
	Extractor MU-DECOR 100		Ventanas almacén
	Persiana sobrepresión PER-100 W		Extractor MU-DECOR 150
	Extractor DOMES-MU 100		Persiana sobrepresión PER-160 W
	Extractor MU 4P		Ventilador de techo estándar

DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor	 Universidad de La Laguna	Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
10	Cristian		
Id. s. Normas	Stati		
Escala:	UNE-EN-DIN		
1:250	Ventilación	Julio 2021	



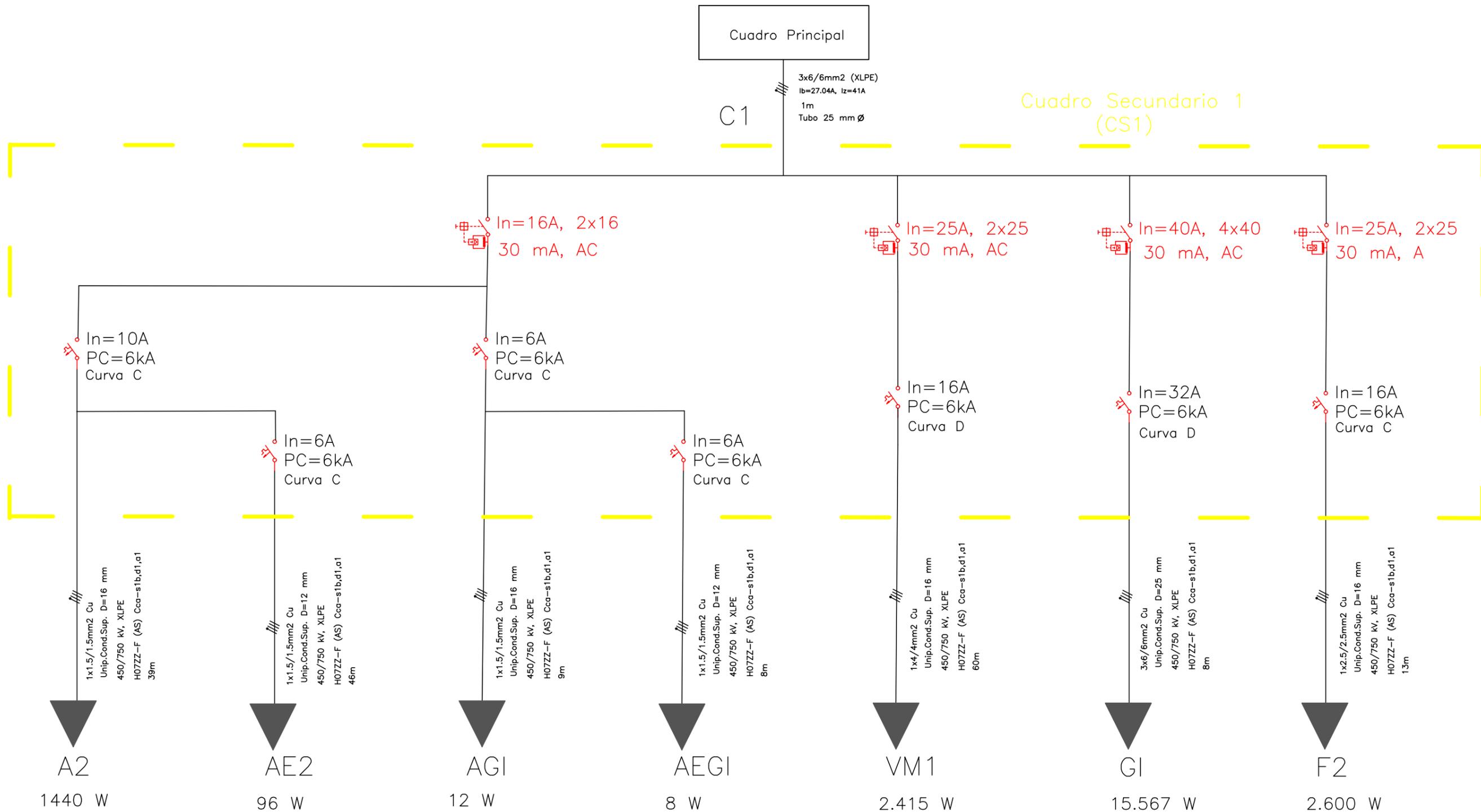
LEYENDA DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE PROTECCIÓN

				
Borne principal de tierra	Caja general de protección	Interruptor Diferencial	Equipo de medida	Interruptor Magnetotérmico

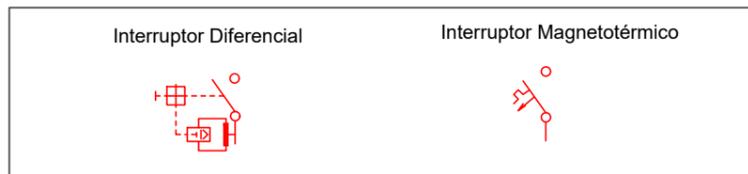
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor			Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
11	Cristian Stati			
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN			

Escala:	Esquema Unifilar Cuadro Principal	Julio 2021
---------	-----------------------------------	------------



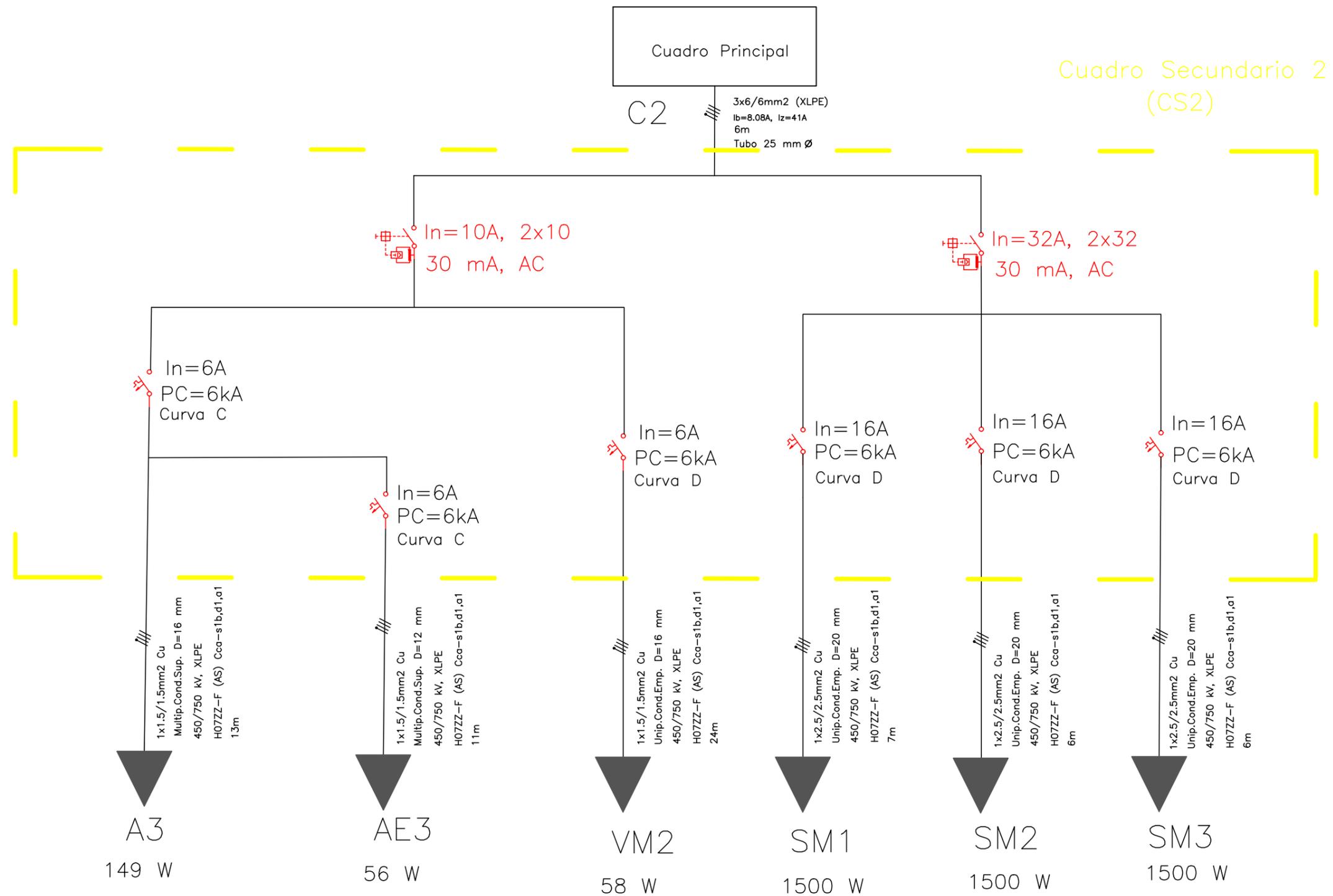
LEYENDA DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE PROTECCIÓN



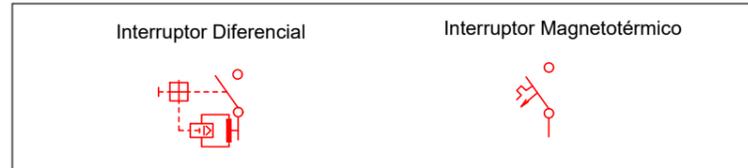
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor		Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
12	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

Escala:	Esquema Unifilar Almacén (CS!)	Julio 2021
---------	--------------------------------	------------



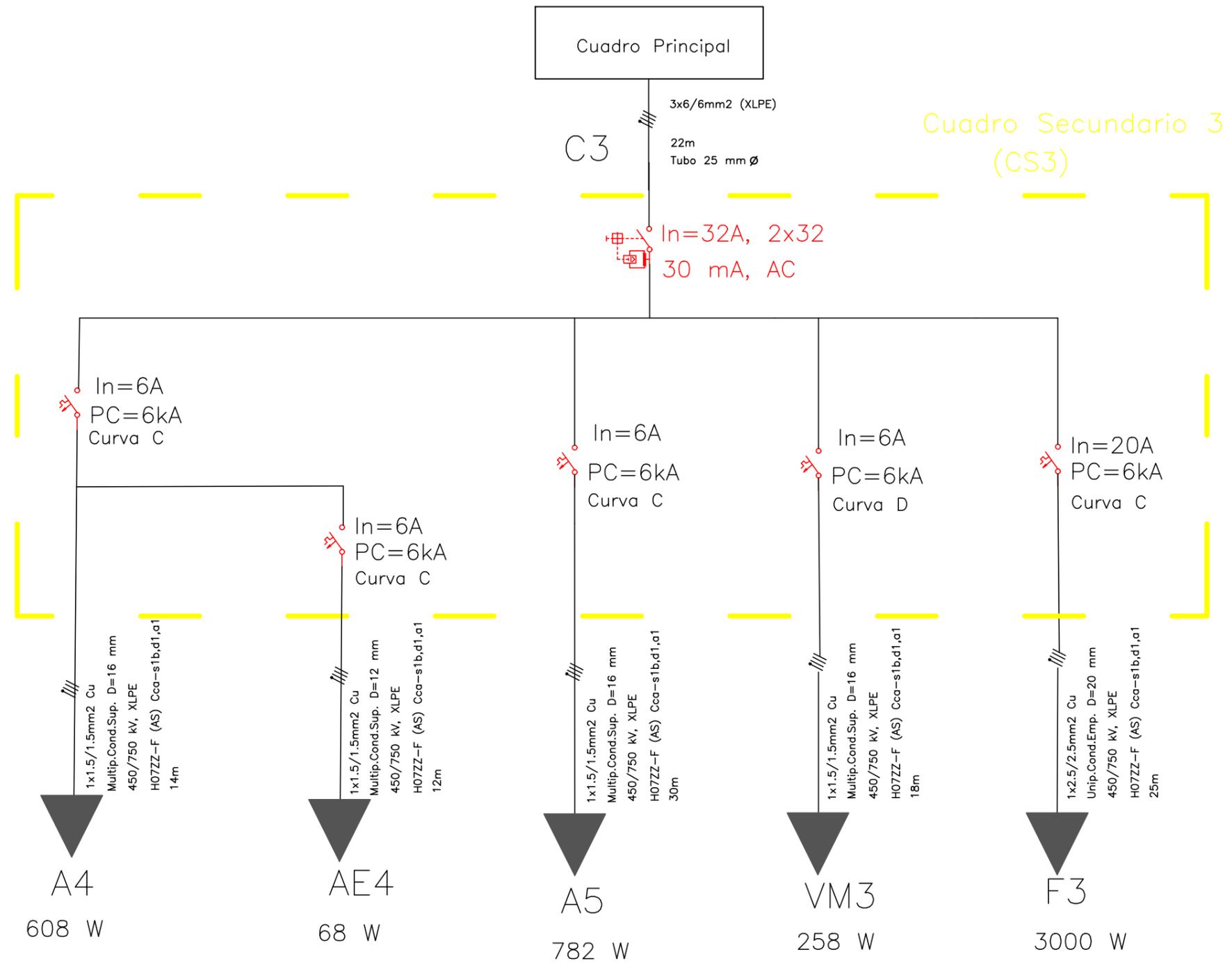
LEYENDA DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE PROTECCIÓN



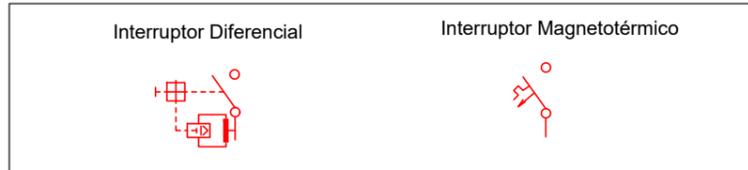
DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor	 Universidad de La Laguna	Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
13	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

Escala:	Esquema Unifilar Vestuario (CS2)	Julio 2021
---------	----------------------------------	------------



LEYENDA DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS DE PROTECCIÓN



DISEÑO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES PARA NAVE DE ALMACENAMIENTO DE DISTRIBUIDORA EDITORIAL

Nº plano	Autor	 Universidad de La Laguna	Grado en Ingeniería Electrónica, Industrial y Automática Universidad de La Laguna
14	Cristian Stati		
Id. s. Normas	UNE-EN-DIN		

Escala:	Esquema Unifilar Oficina (CS3)	Julio 2021
---------	--------------------------------	------------



Pliego de Condiciones

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

Índice – Pliego

1. Condiciones Facultativas	4
1.1 Técnico director de obra	4
1.2 Constructor o instalador.....	4
1.3 Verificación de los documentos del proyecto	5
1.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo	5
1.5 Presencia del constructor o instalador en la obra	5
1.6 Trabajos no estipulados expresamente	6
1.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto	6
1.8 Faltas de personal	6
1.9 Caminos y accesos	7
1.10 Replanteo.....	7
1.11 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	7
1.12 Orden de los trabajos	7
1.13 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.	7
1.14 Prórroga por causas de fuerza mayor.....	8
1.15 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra	8
1.16 Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	8
1.17 Obras ocultas	8
1.18 Trabajos defectuosos	9
1.19 Vicios ocultos.....	9
1.20 De los materiales y los aparatos. Su procedencia	9
1.21 Materiales no utilizables	10
1.22 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	10
1.23 Limpieza de las obras.....	10
1.24 Documentación final de la obra	10
1.25 Plazo de garantía	10
1.26 Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	11
1.27 De la recepción definitiva.....	11
1.28 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida	11
2. Condiciones económicas	12
2.1 Composición de los precios unitarios.....	12
2.2 Precio de contrata. Importe de contrata	13

2.3 Precios contradictorios	13
2.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	13
2.5 De la revisión de los precios contratados.....	14
2.6 Acopio de materiales	14
2.7 Mejoras de obras libremente ejecutadas	14
2.8 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	14
2.9 Pagos	15
2.10 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	15
2.11 Demora de los pagos.....	15
2.12 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	16
2.13 Unidades de obras defectuosas pero aceptables	16
2.14 Seguro de las obras	16
2.15 Conservación de la obra.....	17
2.16 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario	17
3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión	18
3.1 Objeto.....	18
3.2 Campo de aplicación	18
3.3 Definición.....	19
3.4 Componentes y productos constituyentes de la instalación	20
3.5 Condiciones generales	21
3.6 Canalizaciones eléctricas	21
3.6.1 Tipos de canalizaciones	21
3.6.2 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas	24
3.6.3 Accesibilidad a las instalaciones	24
3.6.4 Identificación de las canalizaciones	25
3.7 Conductores	25
3.7.1 Materiales	25
3.7.2 Dimensionado	26
3.7.2 Identificación de los conductores	26
3.8 Acometida	27
3.9 Caja general de protección	27
3.10 Derivación individual.....	28
3.11 Línea general de alimentación.....	28
3.12 Contadores y equipos de medida	29

3.13 Dispositivo de control de potencia	30
3.14 Dispositivos generales e individuales de mando y protección	30
3.13.1 Cuadros eléctricos	31
3.13.2 Interruptores automáticos.....	32
3.13.3 Fusibles	34
3.13.3 Embarrados	34
3.15 Interruptores y tomas de corriente	34
3.16 Cajas de empalme.....	35
3.17 Receptores de alumbrado	35
3.18 Receptores de motores	36
3.19 Puestas a tierra	37
3.20 Señalización	39
3.21 Inspecciones y pruebas en fábrica.....	39
3.22 Control.....	39
3.23 Seguridad.....	40
3.24 Limpieza.....	41
3.25 Mantenimiento.....	41
3.26 Criterios de medición	41

1. Condiciones Facultativas

1.1 Técnico director de obra

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Acudir a las obras a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Comprobar la calidad de los materiales, instalaciones y demás unidades de obra e informar al constructor o instalador de las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Respalda el certificado final de la obra.

1.2 Constructor o instalador

Corresponde al Instalador las siguientes funciones:

- Organizar los trabajos, redactar los planes de obras y proyectar o autorizar las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

1.3 Verificación de los documentos del proyecto

Previo al inicio de las obras, el Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

Además, se acogerá a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

1.4 Plan de seguridad y salud en el trabajo

El Instalador presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

1.5 Presencia del constructor o instalador en la obra

El Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de jefe de esta, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

Incumplir esta obligación o la falta de cualificación suficiente por parte del personal facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se enmiende la deficiencia.

El jefe de la obra estará y acompañará al Técnico Director poniéndose a su disposición para suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

1.6 Trabajos no estipulados expresamente

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

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

1.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

El Instalador podrá requerir del Técnico Director las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyecto.

1.8 Faltas de personal

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

1.9 Caminos y accesos

El Instalador dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

1.10 Replanteo

El Instalador iniciará las obras con el replanteo de estas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

1.11 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

1.12 Orden de los trabajos

La determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

1.13 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

1.14 Prórroga por causas de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

1.15 Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiendo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

1.16 Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones de este que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

1.17 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

1.18 Trabajos defectuosos

El Instalador debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

1.19 Vicios ocultos

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se observen serán de cuenta del Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

1.20 De los materiales y los aparatos. Su procedencia

El Instalador tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

1.21 Materiales no utilizables

El Instalador transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

1.22 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzar de nuevo a cargo del mismo.

1.23 Limpieza de las obras

Es obligación del Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

1.24 Documentación final de la obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

1.25 Plazo de garantía

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

1.26 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse.

1.27 De la recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Instalador de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzar por vicios de la construcción.

1.28 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

2. Condiciones económicas

2.1 Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de las administraciones legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- También más el IGIC, para la comunidad autónoma de Canarias, con un 7%.

2.2 Precio de contrata. Importe de contrata

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja, cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

2.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Instalador antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

2.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Instalador, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios

fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

2.5 De la revisión de los precios contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al 5% del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

2.6 Acopio de materiales

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

2.7 Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Instalador, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.8 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

2.9 Pagos

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director Técnico, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

2.10 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

2.11 Demora de los pagos

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

2.12 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Director Técnico ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

2.13 Unidades de obras defectuosas pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

2.14 Seguro de las obras

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

2.15 Conservación de la obra

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

2.16 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión

3.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones Eléctricas Interiores en Baja Tensión, acorde a lo estipulado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, el Decreto 141/2009 de 10 de noviembre por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, así como la Orden de 16 de abril de 2010 por la que se aprueban las Normas Particulares para instalaciones de Enlace, en el ámbito de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

Dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa de la obra. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

3.2 Campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos y mantenimiento de materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas interiores en Baja Tensión, reguladas por el Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, anteriormente anunciado, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

3.3 Normativa de aplicación

La normativa general y específica de aplicación en la ejecución de este proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Orden, de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace.
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Resolución de 5 de diciembre de 2018, de la Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa, por la que se aprueban especificaciones particulares y proyectos tipo de Endesa Distribución Eléctrica, SLU.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanzas Municipales del lugar donde se ubique la instalación.
- Normas UNE / EN de aplicación específica que determine el Ingeniero proyectista. Y resto de normas o reglamentación que le sean de aplicación. Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior.

Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos lo expresado en este documento.

3.3 Definición

Atendiendo al artículo 3 del Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias, una instalación eléctrica es todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Así mismo, y según Art. 3, estas se agrupan y clasifican en:

- Instalación de baja tensión: la instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV.
- Instalación de media tensión: la instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV.

- Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV.

3.4 Componentes y productos constituyentes de la instalación

Genéricamente la instalación contará con:

Acometida.

- Conductores (tres de fase y uno de neutro) de aluminio
- Conductores aislados en el interior de tubos enterrados.

Caja general de protección (CGP).

Línea general de alimentación (LGA).

- Conductores (tres de fase y uno de neutro) de cobre
- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación. Incluirán el conductor de protección.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Equipos de medida (EM)

Derivación individual (DI).

- Conductores de cobre o aluminio.
- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deben cumplir con lo prescrito en la Norma UNE que le es de aplicación. Incluirán el conductor de protección.

Cuadro general de distribución.

- Interruptor general automático de corte omnipolar.
- Dispositivos de corte omnipolar
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Interruptor de control de potencia (ICP).

Instalación interior.

- Conductores de cobre.
- Circuitos.
- Puntos de luz (lámparas y luminarias), receptores de motores y tomas de corriente.

Regletas de la instalación como cajas de derivación, interruptores, conmutadores, base de enchufes, pulsadores.

En algunos casos la instalación incluirá:

Grupo electrógeno.

3.5 Condiciones generales

Todos los materiales y equipos a emplear en la presente instalación serán de la mejor calidad y reunirán las condiciones exigidas en su normativa correspondiente.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa.

El instalador se comprometerá a utilizar los materiales con las características especificadas en el presente proyecto. En caso de querer utilizar elementos con características similares, necesitará autorización del Técnico Director.

Las características técnicas de los dispositivos y equipos de la instalación cumplirán con lo que se especifica en los documentos de este proyecto.

Los dispositivos se instalarán de acuerdo con las recomendaciones de cada fabricante.

Todo el equipo deberá estar colocado en los espacios asignados y se dejará un espacio razonable de acceso para su reparación. El Instalador debe verificar el espacio requerido para todo el equipo propuesto y que en general, esté en consonancia con lo indicado en la reglamentación vigente.

3.6 Canalizaciones eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos, fijados directamente sobre las paredes, enterrados o directamente empotrados, según se indica en la Memoria de este documento.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.6.1 Tipos de canalizaciones

Atendiendo a la ITC-BT-20 y 21, serán los siguientes.

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

Los tubos serán preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Las condiciones de montaje deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.2 de la ITC-BT-21 del REBT.

El cumplimiento de las características mínimas de los tubos se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 61386-21, para tubos rígidos y UNE-EN 61386-22, para tubos curvables.

Tubos en canalizaciones empotradas en pared

En las canalizaciones de tubo empotrados en pared, los tubos serán preferentemente curvables. Las condiciones de montaje para este tipo de instalación deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.3 de la ITC-BT-21 del REBT.

Tubos en canalizaciones enterradas

En las canalizaciones de tubo enterrado, los tubos serán rígidos. Las condiciones de montaje deberán cumplir obligatoriamente las especificaciones establecidas en el apartado 2.4 de la ITC-BT-21 del REBT. El cumplimiento de las características mínimas de los tubos se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 61386-21, para tubos rígidos.

Los tubos y accesorios protectores podrán ser de tipo no metálico o compuestos y en todo caso estarán fabricados de un material resistente a la corrosión, y no propagador de la llama, acorde a lo estipulado en la ITC-BT-21 del REBT para instalaciones interiores o receptoras. Los mismos podrán ser rígidos y curvables, según las Normas UNE que les sean de aplicación. Sus dimensiones y roscas seguirán lo dispuesto en cada una de las Normas UNE que les sean de aplicación.

Las canalizaciones estarán protegidas del calor mediante pantallas de protección calorífuga o alejando convenientemente la instalación eléctrica de las posibles fuentes de calor o mediante selección de aquella que soporte los efectos nocivos que se puedan presentar.

Instalación, características:

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujeta. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

3.6.2 Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas (redes de comunicación), se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm.

3.6.3 Accesibilidad a las instalaciones

Deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos y otros efectos adversos.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3.6.4 Identificación de las canalizaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

3.7 Conductores

Los conductores y cables tendrán las características que se indican en los documentos de este proyecto y en todo momento cumplirán con las prescripciones generales establecidas en la ITC-BT-19 del REBT.

No se admitirá la colocación de conductores que no sean los especificados en los esquemas eléctricos del presente proyecto. La sustitución por otro habrá de ser autorizada por la Dirección Facultativa de no existir en el mercado un tipo determinado de estos conductores.

3.7.1 Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: aluminio.
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: bajo tubo, al aire o en bandeja.

- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.7.2 Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable se usarán los dos criterios siguientes de manera consecutiva, el segundo como comprobación del primero, dado que es más restrictivo.

- Intensidad máxima admisible. Partiendo de las intensidades nominales de las cargas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se tuvo presente la ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1% y 0,5% para la línea general de alimentación.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía, Endesa en este caso.

3.7.2 Identificación de los conductores

Deben ser fácilmente identificados, especialmente el conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo. El conductor neutro se identificará por el color azul claro y el conductor de protección por el doble color amarillo-verde. Los conductores de fase se identificarán por los colores marrón, negro, y gris en caso necesario para una tercera fase.

3.8 Acometida

Solamente podrán usarse en el presente proyecto Acometida acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 2.7 de las vigentes Especificaciones Particulares para las Instalaciones de Distribución de Baja Tensión de la empresa suministradora, Endesa.

Con carácter general se dispondrán en canalización entubada, bajo tubo de diámetro exterior mínimo de 160 mm, libres de halógenos, su interior será liso y poseerán una resistencia adecuada a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación. Se tomarán como referencia la norma UNE-EN 61386-24 y la norma informativa CNL002 Tubos polietileno (Libres de halógenos) para canalizaciones subterráneas.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-11 del REBT y otras de correspondiente aplicación.

3.9 Caja general de protección

Se usarán en el presente proyecto Caja General de Protección (CGP) acorde a las especificaciones técnicas que facilite la compañía suministradora de electricidad y que estén homologadas por la Administración competente, en concreto por lo marcado en el apartado 5 de las vigentes Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El emplazamiento y la instalación de la CGP para acometida subterránea se realizará siempre en nicho o en monolito de obra, cuyas paredes tendrán un grosor mínimo de 15 cm, situado en el límite de la propiedad y con una placa de un espesor mínimo de 2,5 mm de acero en la parte posterior del mismo, conectada a tierra, independiente de la de la red de distribución eléctrica, y con soportes para colocar la CGP y la CS. También se aceptarán los monolitos prefabricados de hormigón cuando el grosor mínimo de sus paredes sea de 5 cm. La entrada y salida al monolito se realizará mediante tubos de polietileno de 160 mm de diámetro como mínimo.

El monolito se cerrará con puerta metálica, con bisagras resistentes a la corrosión, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102 y se revestirá de forma que se mimetice con el entorno.

Una vez instalada la CGP, tendrá un grado de protección IP43 e IK 08, según Normas UNE que le son de aplicación, siendo además de tipo precintable. Estará constituida por una envolvente aislante que contenga fundamentalmente los bornes de conexión para su puesta a tierra si procede y las bases de los cortacircuitos fusibles para todos los conductores de fase o polares, que serán del tipo NH con bornes de conexión y una conexión amovible para el neutro situada a la izquierda de las fases para el neutro.

El cierre de la tapa se realizará mediante dispositivos de cabeza triangular, de 11 mm de lado y con dispositivos que permitan su bloqueo mediante candado.

La CGP estará provista de fusibles cortacircuitos en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

En todo caso, cumplirán con las prescripciones de la ITC-BT-13 del REBT.

3.10 Derivación individual

Es la parte de la instalación que, partiendo de la LGA suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado y comprende los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Le será de aplicación lo dispuesto en el apartado 9 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de Endesa y cuando las prescripciones no estén contempladas en dicha norma, se cumplirá lo establecido en la ITC-BT-15 del REBT.

La descripción de las DI seleccionadas, sus longitudes, trazados y características de la instalación son las reflejadas en la memoria del presente proyecto, tipo de canalización a usar y sus dimensiones.

Estarán constituidas por conductores aislados en el interior de tubos de montaje superficial, cumpliendo lo dispuesto en la ITC-BT-21. Estos serán éstos serán de PVC o de acero rígido o flexible con o sin recubrimiento de PVC y tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%.

Las uniones de los tubos rígidos serán roscadas, o embutidas, de manera que no puedan separarse los extremos. La sección mínima será de 6 mm² para los cables polares y neutro y de 1,5 mm² para el hilo de mando (que se debe de incluir para posibilitar la aplicación de diferentes tarifas), que será de color rojo.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y estarán dimensionados para que la caída de tensión máxima admisible sea de 1% (para el caso de la existencia de línea general de alimentación).

3.11 Línea general de alimentación

La Línea General de Alimentación es aquella que enlaza la CGP con la Centralización de Contadores (CC).

Le será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-14 del REBT y las condiciones recogidas en el apartado 6 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de Endesa.

El tipo de canalización empleado y sus dimensiones son las especificadas en la memoria del presente proyecto, así como también los datos de sección y aislamiento de conductores, la denominación técnica del cable, la de su cubierta y composición del conductor, los valores de las caídas de tensión admisibles, las secciones del neutro, las intensidades máximas admisibles, etc., empleándose obligatoriamente cables no propagadores del incendio y con emisión de humos de opacidad reducida.

El trazado de la canalización será lo más corto y rectilíneo posible, y discurrirá siempre por lugares de uso común. Nunca por vial público o una dependencia o espacio de propiedad o uso privativo.

Cuando la instalación se realice con tubos en montaje superficial, éstos serán de PVC o de acero rígido o flexible con o sin recubrimiento de PVC.

3.12 Contadores y equipos de medida

Se entiende por Equipo de Medida el Conjunto de Contador o contadores y demás elementos necesarios para el control y medida de la energía eléctrica.

Le será de aplicación lo indicado en la ITC-BT-16 del REBT y en el apartado 8 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

Los EM estarán contenidos en armarios que constituirán conjuntos con envolvente aislante precintable. El grado de protección mínimo será IP 43 y IK 09 para instalaciones de tipo exterior. Se alojarán en el interior de un monolito prefabricado de hormigón, cuyas paredes tendrán un grosor mínimo de 5 cm. El monolito se cerrará con una puerta, preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y protegida contra la corrosión, disponiendo de una cerradura de llave metálica normalizada por la Endesa, triangular de 11 mm.

Deberán permitir, de forma directa y permanente, la lectura de los contadores y del resto de dispositivos de medida, cuando así sea preciso. Los elementos que proporcionen este acceso no podrán reducir el grado de protección establecido.

Se podrán colocar en forma individual cuando se trate del suministro a un único usuario independiente o a dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

Para suministros con una intensidad nominal mayor de 63 A será obligatorio el uso de equipos de medida semi-indirectos.

En el caso se prevea puntos de recarga para el vehículo eléctrico se actuará según lo indicado en la ITC BT 52 y sus normas de desarrollo

Estos conjuntos deben cumplir las Normas UNE que les sean de aplicación.

3.13 Dispositivo de control de potencia

Estará regulado en el apartado 10.3 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de Endesa.

Se instalará un Interruptor General Automático que limitará la potencia máxima admisible de la instalación cuando se trate de un suministro superior a 15 kW.

3.14 Dispositivos generales e individuales de mando y protección

Estarán regulados por la ITC-BT-17 del REBT y por lo especificado en el apartado 10 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de Endesa, adoptándose las medidas oportunas para evitar peligros adicionales en caso de incendio.

Los datos de situación y número de cuadros de distribución que alojarán los dispositivos de mando y protección, así como su composición y características son los definidos en la memoria del presente proyecto, así como los relativos a evolutivos, Interruptor General Automático (IGA) y las medidas de protección contra sobreintensidades adoptadas según ITC-BT-22 e ITCBT-26, las relativas a medidas de protección contra sobretensiones, ITC-BT-23 e ITC-BT-26, y de medidas de protección contra los contactos directos e indirectos, ITC-BT-24 e ITC-BT-26.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección y sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del dispositivo de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24 del REBT.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local, Industria o vivienda del usuario.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 del REBT, si fuese necesario.

3.13.1 Cuadros eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control. Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular: - Los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.

- El cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

Subdivisión de las instalaciones

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

La instalación se dividirá en varios cuadros y circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las

consecuencias de un fallo.

- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

3.13.2 Interruptores automáticos

Los interruptores serán de corte omnipolar, con la topología, denominación y características establecidas en la Memoria y en los Esquemas Unifilares del presente proyecto, pudiendo ser sustituidos por otros, de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y tengan el visto bueno de la Dirección Facultativa. En cualquier caso, queda terminantemente prohibida la sustitución de alguna de las protecciones señaladas en los esquemas eléctricos y documentos del presente proyecto, salvo autorización expresa y por escrito de la Dirección Facultativa, en caso de no existir un tipo determinado en el mercado.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

Se instalarán en el origen de los circuitos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, sistema de ejecución, etc.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5kA como mínimo y será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la ITC-BT-24 del REBT.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. Sus dispositivos de protección serán relés de acción directa.

Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

Todos los interruptores deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos por las normas UNE para este tipo de material.

Para la protección ante contactos directos, se adoptarán las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente. Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD y con suficiente durabilidad teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante la unión de todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra con resistencia suficientemente baja como para conseguir una tensión inferior a 50 o 24 según el tipo de loca. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

3.13.3 Fusibles

Deberán cumplir con la condición de poder cambiarlos sin peligro cuando haya tensión en la instalación. No serán admisibles si la reposición del fusible pueda suponer un riesgo real. Para ello, se montará sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

Serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Los zócalos serán de material aislante resistente a la humedad y de resistencia mecánica adecuada, no debiendo sufrir deterioro por las temperaturas a que dé lugar su funcionamiento en las máximas condiciones posibles admitidas. Las cubiertas o tapas deben ser tales que eviten por completo la proyección de metal en caso de fusión y eviten que las partes en tensión puedan ser accesibles en servicio normal.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Deberán mostrar la tensión e intensidad para las cuales fueron diseñados.

Se ajustarán a las debidas pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor, fusión y cortocircuitos que se exigen a estos elementos según las normas UNE que corresponda.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

3.13.3 Embarrados

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

3.15 Interruptores y tomas de corriente

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos.

Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán de puesta a tierra mediante conductores de protección.

Irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos. El exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

Las tomas de corriente se instalarán a unos 20 cm respecto al suelo.

3.16 Cajas de empalme

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual a 1,5 el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, usar bornes de conexión.

Las cajas nunca se instalarán con los conductores dentro de ellos. Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón.

Se usarán los de tipo de tuerca para poder desmontar la instalación en caso necesario, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg.

3.17 Receptores de alumbrado

Serán de los tipos señalados en la memoria del presente proyecto o equivalentes y cumplirán obligatoriamente las prescripciones fijadas en la Instrucción ITC-BT-44 del REBT. En cualquier caso serán adecuadas a la potencia de las lámparas a instalar en ellas y cumplirán con lo prescrito en las Normas UNE correspondientes.

Tendrán curvas fotométricas, longitudinales y transversales simétricas respecto a un eje vertical, salvo indicación expresa en sentido contrario en alguno de los documentos del Proyecto o de la Dirección Facultativa.

Su masa no sobrepasará los 5 Kg de peso cuando éstas se encuentren suspendidas excepcionalmente de cables flexibles.

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V siendo necesario que el cableado externo de conexión a la red disponga del adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

De acuerdo con el Documento Básico DB HE-3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación del Código Técnico de la Edificación (CTE), los edificios deben disponer de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan determinadas condiciones.

3.18 Receptores de motores

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones. En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas.

En ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección). Con esta protección, serán completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

3.19 Puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa de una parte del circuito eléctrico, mediante una toma de tierra con un grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por: barras, tubos; pletinas, conductores desnudos; placas; anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones; armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las

armaduras pretensadas; otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas. Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica. El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica. El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

En todo caso, estará formada por un circuito cuyas características, forma y lugar de su instalación seguirán estrictamente lo descrito en la Memoria y demás documentos del presente proyecto, los cuales estarán acordes, en todo momento, con las prescripciones establecidas en las ITC-BT-18 e ITC-BT-26 del REBT.

3.20 Señalización

Toda la instalación eléctrica deberá estar correctamente señalizada y deberán disponerse las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

A este fin se tendrá en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, paneles de cuadros y circuitos, deben estar diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión.

Particularmente deben estar claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista

3.21 Inspecciones y pruebas en fábrica

La apartamenta de la instalación se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos. Por lo menos se realizarán las siguientes comprobaciones.

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

3.22 Control

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el

Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados.

Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

3.23 Seguridad

Basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán todas las normativas de cumplimiento relativas a seguridad, disposiciones generales de seguridad de obligado higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

3.24 Limpieza

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

3.25 Mantenimiento

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

3.26 Criterios de medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio. Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc.), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción. Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexas y la conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc.) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.



Presupuesto

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y
TECNOLOGÍA

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de instalaciones industriales para
nave de almacenamiento de
distribuidora editorial

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

AUTOR: Cristian Stati

TUTORES: Ricardo Mesa Cruz / Ignacio Teresa Fernández

Año 2021

ÍNDICE

Precios descompuestos por partida

Capítulo 1. Instalación Eléctrica

Capítulo 2. Alumbrado

Capítulo 3. Alumbrado de Emergencia

Capítulo 4. Protección contra Incendios

Capítulo 5. Señalización

Capítulo 6. Ventilación

Resumen de presupuesto

Código	Cantidad	UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
CAPÍTULO 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA						
01.01	ud		Red de Acometida de Aluminio 3x150+1x95 mm2 XZ1-K Eca bajo tubo enterrado			
			Línea de acometida, realizada con conductores de aluminio unipolares (3x150+1x95) mm² tipo XZ1 con aislamiento de 0,6/1 kV, libre de halógenos, en canalización bajo tubo de polietileno enterrado rígido de 160 mm de diámetro con grado de protección IP549 según UNE 20324. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-21 y UNE-EN 61386-24.			
			Totalmente instalada, incluyendo conexionado.Según REBT.			
OE1	5,00	h	Oficial 1º electricista	17,13	85,65	
AE00	5,00	h	Ayudante electricista	15,89	79,45	
OC1	2,00	h	Oficial 1ª construcción	15,67	31,34	
POC00	2,00	h	Peón ordinario construcción	14,36	28,72	
C061150	18,00	m	Cable 0,6/1kV de 1x150 mm2 aisl. XLPE Alumino	0,79	14,22	
C06195	18,00	m	Cable 0,6/1kV de 1x95 mm2 aisl. XLPE Alumino	0,67	12,06	
TBP160	6,00	m	Tubo rígido de poletileno D=160 mm2	4,92	29,52	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
MA002	2,00	%	Medios Auxiliares		5,64	
CI003	3,00	%	Costes indirectos		8,46	
TOTAL PARTIDA					296,18	
01.02	ud		CAJA GENERAL PROTECCIÓN 160A			
			Caja general de protección para suministro trifásico en hornacina prefabricada de hormigón, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de tamaño NH-00 de intensidad máxima 160A con PdC 120kA y gG, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante según UNE EN 62208 y grado de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE EN 50102, grado de inflamabilidad según UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con candado. Instalación lista para para acometida subterránea. Incluye elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra.			
			Totalmente montada, conexionada y probada			
OE1	1,50	h	Oficial 1º electricista	17,13	25,70	
OE2	1,50	h	Oficial 2º electricista	16,22	24,33	
OCOC1	1,00	h	Oficial 1ª construcción de obra civil	16,12	16,12	
ACOC00	1,00	h	Ayudante construcción de obra civil	15,44	15,44	
CGP160	1,00	ud	Caja general de protección AC12215 Endesa	169,45	169,45	
FgG160	3,00	ud	Fusible tipo gG 160A, 120kA	14,48	43,44	
HCGP	1,00	ud	Hornacina prefabricada de hormigón para caja general de protección	338,75	338,75	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
MA002	2,00	%	Medios Auxiliares		11,77	
CI003	3,00	%	Costes indirectos		17,66	
TOTAL PARTIDA					663,78	

01.03

m LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN INDIVIDUAL 3x70+1x70mm² RZ1-K(AS) bajo tubo superficial

Línea de alimentación con cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x70+1x70 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. Montaja bajo tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, de 140 mm de diámetro, no propagador de la llama.

Totalmente montada, incluyendo el conexionado.

OE1	0,20 h	Oficial 1º electricista	17,13	3,43
OE2	0,20 h	Oficial 2º electricista	16,22	3,24
TRPC140	3,00 m	Tubo rígido de policarbonato de D=140 mm	2,55	7,65
RZ6170	9,00 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 1x70mm ² aisl. XLPE, Cu	0,58	5,22
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		0,62

TOTAL PARTIDA **21,28**

01.04

ud Equipo de medida semi indirecto para suministros > 63 A en nicho de obra civil

Suministro e instalación de equipo de medida semi indirecta en exterior, en armario trifásico normalizado por empresa suministradora Endesa de dimensiones 750 x 1065 x 300, instalada en nicho al exterior con puerta metálica, con equipo de medida semi-indirecta completo para suministro trifásico.

Totalmente montada, conexionada y probada.

OE1	0,40 h	Oficial 1º electricista.	17,13	6,85
AE00	0,40 h	Ayudante electricista	15,89	6,36
OC1	1,00 h	Oficial 1º construcción	15,67	15,67
POC00	1,00 h	Peón ordinario construcción	14,36	14,36
AEME	1,00 ud	Armario de Endesa (AZ17922) para suministro trifásico para equipos de medida semi indirecta	132,15	132,15
EMSI	1,00 ud	Equipo de medida semi indirecto para suministros trifásicos con toda su aparamenta	456,87	456,87
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		12,67
CI003	3,00 %	Costes indirectos		19,18

TOTAL PARTIDA **665,22**

01.05

ud Derivación individual de Cobre 3x70+1x70 mm2 RZ1-K (AS) bajo tubo en superficie

Derivación para suministro trifásico con cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 3x70+1x70 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 21123-4. Montaja bajo tubo rígido de policarbonato, exento de halógenos, de 140 mm de diámetro, no propagador de la llama.

Totalmente montada, incluyendo el conexionado.

OE1	0,75 h	Oficial 1º electricista	17,13	12,85
OE2	0,75 h	Oficial 2º electricista	16,22	12,17
RZ6170	52,00 m	Cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 1x70mm2 aisl. XLPE, Cu	0,58	30,16
TRPC63	14,00 m	Tubo rígido de policarbonato de D=63 mm	2,25	31,50
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		1,76
CI003	3,00 %	Costes indirectos		2,63

TOTAL PARTIDA 92,18

01.06

ud Cuadro General de Mando y Protección (Cuadro Principal)

Unidad de cuadro de mando y protección para local, incluyendo los dispositivos de protección según esquema unifilar diseñado en el proyecto, parte proporcional de pequeño material eléctrico.

Totalmente instalado, rotulado y verificado.

OE1	0,40 h	Oficial 1º electricista	17,13	6,85
OE2	0,40 h	Oficial 2º electricista	16,22	6,49
APIPK	1,00 m	Armario distr. Poliester sup IP66 IK10 clase II	256,67	256,67
PST12	1,00 m	Protector sobretensión transitoras tipo 1+2, trif (3P+N), 12,5kA (10/350) TT	78,95	78,95
PST2.2	1,00 ud	Protector sobretensión transitoras tipo 2, mon (1P+N), 8/20 TT 40kA	45,67	45,67
PST3	1,00 ud	Protector sobretensión transitoras tipo 3, mon TT 8kA	33,56	33,56
IGA	1,00 ud	Interruptor General Automático 4x160A 25kA C	134,56	134,56
IDO.1	1,00 ud	Interr.auto.difer. 4x80 A 300mA clase AC	88,45	88,45
IDO.2	2,00 ud	Interr.auto.difer. 4x40 A 300mA clase AC	67,56	135,12
IDO.3	1,00 ud	Interr.auto.difer. 4x16 A 30mA clase AC	54,89	54,89
IDO.4	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x16 A 30mA clase AC	35,67	35,67
IDO.5	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA clase A	38,76	38,76
IM0.1	1,00 ud	PIA 4x63A 6kA C	44,53	44,53
IM0.2	2,00 ud	PIA 4x32A 6kA C	35,68	71,36
IM0.5	1,00 ud	PIA 2x10A 6kA D	19,87	19,87
IM0.3	1,00 ud	PIA 2x16A 6kA C	22,56	22,56
IM0.4	1,00 ud	PIA 2x10A 6kA C	18,76	18,76
IM0.6	1,00 ud	PIA 2x6A 6kA C	15,67	15,67
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		33,29

TOTAL PARTIDA 1.142,80

01.07

ud Cuadro Secundario 1 (Almacén)

Unidad de cuadro de mando y protección para local, incluyendo los dispositivos de protección según esquema unifilar diseñado en el proyecto, parte proporcional de pequeño material eléctrico.
Totalmente instalado, rotulado y verificado.

OE1	0,40 h	Oficial 1º electricista	17,13	6,85
OE2	0,40 h	Oficial 2º electricista	16,22	6,49
APIPK	1,00 m	Armario distr. Poliester sup IP66 IK10 clase II	256,67	256,67
PST2.2	1,00 ud	Protector sobretensión transitoras tipo 2, mon. (1P+N), 8/20 TT 40kA	45,67	45,67
PST2.3	1,00 ud	Protector sobretensión transitoras tipo 2, trif. (3P+N), 8/20 TT 40kA	33,56	33,56
ID0.6	1,00 ud	Interr.auto.difer. 4x40 A 30mA clase AC	88,45	88,45
ID0.7	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA clase AC	67,56	67,56
ID0.5	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x25 A 30mA clase A	54,89	54,89
ID0.4	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x16 A 30mA clase AC	46,77	46,77
IM0.2	1,00 ud	PIA 4x32A 6kA C	35,68	35,68
IM0.3	1,00 ud	PIA 2x16A 6kA C	22,56	22,56
IM0.5	1,00 ud	PIA 2x16A 6kA D	21,56	21,56
IM0.4	1,00 ud	PIA 2x10A 6kA C	18,76	18,76
IM0.6	3,00 ud	PIA 2x6A 6kA C	15,67	47,01
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		22,61

TOTAL PARTIDA **776,21**

01.08

ud Cuadro Secundario 2 (Vestuario)

Unidad de cuadro de mando y protección para local, incluyendo los dispositivos de protección según esquema unifilar diseñado en el proyecto, parte proporcional de pequeño material eléctrico.
Totalmente instalado, rotulado y verificado.

OE1	0,40 h	Oficial 1º electricista	17,13	6,85
OE2	0,40 h	Oficial 2º electricista	16,22	6,49
APIPK	1,00 m	Armario distr. Poliester sup IP66 IK10 clase II	256,67	256,67
ID0.8	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x32 A 30mA clase AC	88,45	88,45
ID0.8	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x10 A 30mA clase AC	67,56	67,56
IM0.5	3,00 ud	PIA 2x16A 6kA D	21,56	64,68
IM0.7	1,00 ud	PIA 2x6A 6kA D	14,67	14,67
IM0.6	2,00 ud	PIA 2x6A 6kA C	15,67	31,34
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		16,13

TOTAL PARTIDA **553,96**

01.09

ud Cuadro Secundario 3 (Oficina)

Unidad de cuadro de mando y protección para local, incluyendo los dispositivos de protección según esquema unifilar diseñado en el proyecto, parte proporcional de pequeño material eléctrico.
Totalmente instalado, rotulado y verificado.

OE1	0,40 h	Oficial 1º electricista	17,13	6,85
OE2	0,40 h	Oficial 2º electricista	16,22	6,49
APIPK	1,00 m	Armario distr. Poliester sup IP66 IK10 clase II	256,67	256,67
PST3	1,00 ud	Protector sobretensión transitoras tipo 3, mon TT 8kA	33,56	33,56
ID0.8	1,00 ud	Interr.auto.difer. 2x32 A 30mA clase AC	88,45	88,45
IM0.8	1,00 ud	PIA 2x20A 6kA D	25,56	25,56
IM0.8	4,00 ud	PIA 2x6A 6kA C	15,67	62,68
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		14,44

TOTAL PARTIDA **495,82**

01.10	m	Circuito de 3x16mm+1x16mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (C1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema trifásico (3 fases + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 16 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 32 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	6,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	102,78
OE2	6,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	97,32
H16	120,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x16 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,65	198,00
PVC32	40,00 m	Tubo PVC rígido D=32 mm	2,17	86,80
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		9,72
CI003	3,00 %	Costes indirectos		11,79
TOTAL PARTIDA			507,53	

01.11	m	Circuito de 3x6mm+1x6mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (C2)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema trifásico (3 fases + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	34,26
OE2	2,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	32,44
H6	30,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x6 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,57	47,10
PVC20	10,00 m	Tubo PVC rígido D=20 mm	2,02	20,20
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		2,70
CI003	3,00 %	Costes indirectos		3,11
TOTAL PARTIDA			140,93	

01.12	m	Circuito de 3x6mm+1x6mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (C3)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema trifásico (3 fases + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	4,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	77,09
OE2	4,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	72,99
H6	66,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x6 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,57	103,62
PVC20	22,00 m	Tubo PVC rígido D=20 mm	2,02	44,44
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		5,99
CI003	3,00 %	Costes indirectos		6,84
TOTAL PARTIDA			312,08	

01.13	m	Circuito de 3x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (MOT)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema trifásico (3 fases + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	6,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	111,35
OE2	6,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	105,43
H15	78,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	95,16
PVC16	26,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	49,14
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		7,24
CI003	3,00 %	Costes indirectos		7,74
TOTAL PARTIDA			377,18	

01.14	m	Circuito de 1x2,5mm+1x2,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (F1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	5,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	85,65
OE2	5,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	81,10
H25	42,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	56,70
PVC20	14,00 m	Tubo PVC rígido D=20 mm	2,02	28,28
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		5,06
CI003	3,00 %	Costes indirectos		5,17
TOTAL PARTIDA			263,07	

01.15	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (CDI)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección y 2,5 mm2 de sección T, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	42,83
OE2	2,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	40,55
H15	6,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	7,32
H25	3,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	4,05
PVC16	3,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	5,67
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		2,03
CI003	3,00 %	Costes indirectos		
TOTAL PARTIDA			103,97	

01.16	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (A1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	42,83
OE2	2,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	40,55
H15	87,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	106,14
PVC16	29,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	54,81
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		4,91
CI003	3,00 %	Costes indirectos		6,23
TOTAL PARTIDA			256,58	

01.17	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (AE1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 12 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	7,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	119,91
OE2	7,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	113,54
H15	102,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	124,44
PVC12	34,00 m	Tubo PVC rígido D=12 mm	1,77	60,18
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		8,38
CI003	3,00 %	Costes indirectos		9,23
TOTAL PARTIDA			436,80	

01.18	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (A2)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	6,70 h	Oficial 1º electricista	17,13	114,77
OE2	6,70 h	Oficial 2º electricista	16,22	108,67
H15	117,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	142,74
PVC16	39,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	73,71
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		8,82
CI003	3,00 %	Costes indirectos		13,23
TOTAL PARTIDA			463,07	

01.19	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (AGI)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	1,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	17,13
OE2	1,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	16,22
H15	27,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	32,94
PVC16	9,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	17,01
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		1,69
CI003	3,00 %	Costes indirectos		2,07
TOTAL PARTIDA			88,18	

01.20	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (AE2)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 12 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	6,40 h	Oficial 1º electricista	17,13	109,63
OE2	6,40 h	Oficial 2º electricista	16,22	103,81
H15	138,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	168,36
PVC12	46,00 m	Tubo PVC rígido D=12 mm	1,77	81,42
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		9,29
CI003	3,00 %	Costes indirectos		10,92
TOTAL PARTIDA			484,55	

01.21	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (AEG1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 12 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	1,20 h	Oficial 1º electricista	17,13	20,56
OE2	1,20 h	Oficial 2º electricista	16,22	19,46
H15	24,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	29,28
PVC12	8,00 m	Tubo PVC rígido D=12 mm	1,77	14,16
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		1,69
CI003	3,00 %	Costes indirectos		1,97
TOTAL PARTIDA			88,24	

01.22	m	Circuito de 1x4mm+1x4mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (VM1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	8,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	137,04
OE2	8,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	129,76
H4	180,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x4 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,43	257,40
PVC16	60,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	113,40
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		12,77
CI003	3,00 %	Costes indirectos		15,43
TOTAL PARTIDA			666,93	

01.23	m	Circuito de 1x6mm+1x6mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (GI)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema trifásico (3 fases + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 6 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 25 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	1,10 h	Oficial 1º electricista	17,13	18,84
OE2	1,10 h	Oficial 2º electricista	16,22	17,84
H2TB14	40,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x6 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,43	57,20
PVC25	8,00 m	Tubo PVC rígido D=25 mm	2,10	16,80
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		2,24
CI003	3,00 %	Costes indirectos		2,86
TOTAL PARTIDA			116,90	

01.24	m	Circuito de 1x2,5mm+1x2,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (F2)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 2,5 mm ² de sección, 4 mm ² de sección TT, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	34,26
OE2	2,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	32,44
H25	26,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	35,10
H4	13,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x4 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,43	18,59
PVC20	13,00 m	Tubo PVC rígido D=20 mm	2,02	26,26
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		2,96
CI003	3,00 %	Costes indirectos		3,49
TOTAL PARTIDA			154,22	

01.25	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (A3)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,30 h	Oficial 1º electricista	17,13	39,40
OE2	2,30 h	Oficial 2º electricista	16,22	37,31
H15	39,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	47,58
PVC16	13,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	24,57
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		3,00
CI003	3,00 %	Costes indirectos		3,41
TOTAL PARTIDA			156,38	

01.26	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (AE3)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 12 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	1,80 h	Oficial 1º electricista	17,13	30,83
OE2	1,80 h	Oficial 2º electricista	16,22	29,20
H15	33,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	40,26
PVC12	11,00 m	Tubo PVC rígido D=12 mm	1,77	19,47
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		2,42
CI003	3,00 %	Costes indirectos		3,70
TOTAL PARTIDA			127,00	

01.27	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo curvable empotrado en pared (VM2)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo corrugado de PVC empotrado en pared, curvable, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	3,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	51,39
OE2	3,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	48,66
H15	72,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	87,84
PVC16C	24,00 m	Tubo PVC corrugado D=16 mm	0,85	20,40
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		4,19
CI003	3,00 %	Costes indirectos		4,87
TOTAL PARTIDA			218,46	

01.28	m	Circuito de 1x2,5mm+1x2,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo curvable empotrado en pared (SM1)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo corrugado de PVC empotrado en pared, curvable, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	1,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	17,13
OE2	1,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	16,22
H25	21,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	28,35
PVC20C	7,00 m	Tubo PVC curvable, corrugado D=20 mm	0,93	6,51
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		1,39
CI003	3,00 %	Costes indirectos		1,61
TOTAL PARTIDA			72,32	

01.29	m	Circuito de 1x2,5mm+1x2,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo curvable empotrado en pared (SM2)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo corrugado de PVC empotrado en pared, curvable, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	0,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	8,57
OE2	0,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	8,11
H25	18,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	24,30
PVC20C	6,00 m	Tubo PVC curvable, corrugado D=20 mm	0,93	5,58
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		0,95
CI003	3,00 %	Costes indirectos		1,20
TOTAL PARTIDA			49,83	

01.30	m	Circuito de 1x2,5mm+1x2,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo curvable empotrado en pared (SM3)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo corrugado de PVC empotrado en pared, curvable, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	0,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	8,57
OE2	0,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	8,11
H25	18,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	24,30
PVC20C	6,00 m	Tubo PVC curvable, corrugado D=20 mm	0,93	5,58
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		0,95
CI003	3,00 %	Costes indirectos		1,20
TOTAL PARTIDA			49,83	

01.31	m	Circuito de 3G1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (A4)		
		Circuito con cable multipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	42,83
OE2	2,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	40,55
H15G	42,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 3G1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	2,65	111,30
PVC16	14,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	26,46
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		4,45
CI003	3,00 %	Costes indirectos		5,52
TOTAL PARTIDA			232,22	

01.32	m	Circuito de 3G1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (A5)		
		Circuito con cable multipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	5,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	85,65
OE2	5,00 h	Oficial 2º electricista	16,22	81,10
H15G	90,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 3G1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	2,65	238,50
PVC16	30,00 m	Tubo PVC rígido D=16 mm	1,89	56,70
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		9,26
CI003	3,00 %	Costes indirectos		11,60
TOTAL PARTIDA			483,93	

01.33	m	Circuito de 3G1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo fijo en superficie (AE4)		
		Circuito con cable multipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo de PVC fijo en superficie rígido, libre de halógenos de 12 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	1,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	25,70
OE2	1,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	24,33
H15G	36,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	2,65	95,40
PVC12	12,00 m	Tubo PVC rígido D=12 mm	1,77	21,24
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		3,36
CI003	3,00 %	Costes indirectos		5,03
TOTAL PARTIDA			176,17	

01.34	m	Circuito de 1x1,5mm+1x1,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo curvable empotrado en pared (VM3)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema monofásico (1 fase + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo corrugado de PVC empotrado en pared, curvable, libre de halógenos de 16 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	3,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	59,96
OE2	3,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	56,77
H15	54,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x1,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,22	65,88
PVC16C	18,00 m	Tubo PVC corrugado D=16 mm	0,85	15,30
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		3,98
CI003	3,00 %	Costes indirectos		4,29
TOTAL PARTIDA				207,30

01.35	m	Circuito de 1x2,5mm+1x2,5mm2 H07ZZ-F (AS) 450/750 V bajo tubo curvable empotrado en pared (F3)		
		Circuito con cable unipolar H07ZZ-F (AS) de Cu, en sistema trifásico (3 fases + neutro + tierra) siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1 según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21, bajo tubo corrugado de PVC empotrado en pared, curvable, libre de halógenos de 20 mm, incluyendo cajas de registro necesarias, elementos de conexión, fijación de canalizaciones.		
		Totalmente instalado y conectado.		
OE1	2,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	42,83
OE2	2,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	40,55
H25	75,00 m	Cable H07ZZ-F (AS) 450/750 V de 1x2,5 mm2 aisl. XLPE, Cu	1,35	101,25
PVC20C	25,00 m	Tubo PVC curvable, corrugado D=20 mm	0,93	23,25
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios Auxiliares		4,18
CI003	3,00 %	Costes indirectos		5,11
TOTAL PARTIDA				218,29

01.36	ud	BASE SUP. IP44 16 A. 2P+TT (EV)		
		Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2p+t, 16 A. 230 V, con protección IP447, para modos de carga 1 y 2, según IEC 61851-1.		
		Totalmente instalado, rematado, conectado y funcionando		
OE1	0,20 h	Oficial 1º electricista	17,13	3,43
BEV	2,00 m	Base IP44 230 V. 16 A. 2p+t.	4,61	9,22
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		0,28
TOTAL PARTIDA				14,04

01.37	ud	Base tipo Shuko gama media 16 A. 2P+TT (F3)		
		Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama media, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 230 V.		
		Totalmente instalado, rematado, conectado y funcionando		
OE1	1,20 h	Oficial 1º electricista	17,13	20,56
BTC	12,00 m	Base IP34 230 V. 16 A. 2p+t.	3,55	42,60
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		1,93
TOTAL PARTIDA				66,20

01.38	ud	Base Legrand IP44 32 A. 3P+TT (GI)		
		Toma de corriente LEGRAND Base empotrable 32A 400V 3p+t IP44 para la sala grupo de incendios		
		Totalmente instalado, rematado, conectado y funcionando		
OE1	0,20 h	Oficial 1º electricista	17,13	3,43
BGI	1,00 m	Base 400 V. 32 A. 3p+t.	10,77	10,77
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		0,46
TOTAL PARTIDA				15,78

01.39	ud	Interruptor unipolar para los circuitos de alumbrado		
		Interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 A, tensión asignada 250 V, según EN 60669. Con tecla simple, para interruptor/conmutador, gama básica, de color blanco y Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.		
		Totalmente instalado, rematado, conectado y funcionando		
OE1	2,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	34,26
IUA	11,00 m	Interrupdo de 1 polo para empotrar (con todo)	5,71	62,81
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		2,95
TOTAL PARTIDA				101,14

01.40	ud	Conmutador, gama media, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V		
		Conmutador, gama media, intensidad asignada 10 A, tensión asignada 250 V según EN 60669, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada. Con tecla simple, para interruptor/conmutador, gama media, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, gama media, de color blanco.		
		Totalmente instalado, rematado, conectado y funcionando		
OE1	0,30 h	Oficial 1º electricista	17,13	5,14
CA	2,00 m	Conmutador para empotrar (con todo)	6,92	13,84
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		0,60
TOTAL PARTIDA				20,70

01.41	ud	Red de toma de tierra con cable desnudo enterrado horizontalmente		
		Puesta a tierra mediante conductor de cobre desnudo, de 35 mm2, clase 2 según UNE 21022 y conductor de cobre de 16 mm2 para conexión con cuadro principal, con puente para comprobación de la PAT. Incluye instalación y conexión, además de comprobación		
OE1	5,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	94,22
OE2	5,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	89,21
POC00	3,00 h	Peón ordinario construcción	14,36	43,08
CCD35	128,00 m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm2.	2,81	359,68
CCD16	2,00 m	Conductor de cobre desnudo, de 16 mm2.	2,23	4,46
PPAT	1,00 ud	Puente para comprobación.	46,50	46,50
PMAO1	4,00 ud	Pequeño material	1,12	4,48
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		12,83
CI003	3,00 %	Costes indirectos		19,25
TOTAL PARTIDA				673,71

01.42	ud	Grupo Electrógono 400/230V Modelo IL-055 con conmutación 50kVA		
		Grupo electrógono insonorizado de funcionamiento automático, gama emergencia, con motor diesel, alternador trifásico de 230/400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia a 1500 r.p.m., con cuadro eléctrico con conmutación (V2), modelo IL-055 "INMESOL", de 50 kVA de potencia de funcionamiento principal, de 2500x1100x1455 mm, formado por un conjunto de motor y alternador sobre bastidor de acero de alta resistencia con cabina de acero insonorizada, motor refrigerado por agua con ventilador mecánico, resistencia para precalentamiento del combustible, silenciador, alternador de carga de batería con toma de tierra, batería de arranque con protección de bornes, conector para pica de toma tierra, cuadro eléctrico de protección, distribución, control y conmutación para arranque automático, llave de contacto, pulsador de parada de emergencia, instrumentos de medida, cargador de batería, protecciones magnetotérmicas, fusibles, y contactores con enclavamiento mecánico y eléctrico.		
		Con instalación de puesta a tierra independiente incluida mediante picas enterradas en arquetas. Incluye instalación y conexión, además de comprobación		
OE1	4,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	77,09
OE2	4,50 h	Oficial 2º electricista	16,22	72,99
POC00	2,50 h	Peón ordinario construcción	14,36	35,90
GEIL055	1,00 m	Grupo Electrógono 400/230 50kVa modelo IL-055	8.589,75	8.589,75
CCD16	28,00 m	Conductor de cobre desnudo, de 16 mm2.	2,23	62,44
EPPAT	7,00 ud	Electrodo de pica cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	18,00	126,00
APAT	7,00 ud	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 200x200 mm, con tapa de registro.	55,00	385,00
PPAT	1,00 ud	Puente para comprobación.	46,50	46,50
PMAO1	3,00 ud	Pequeño material	1,12	3,36
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		187,98
CI003	3,00 %	Costes indirectos		281,97
TOTAL PARTIDA				9.399,03

Código	Cantidad	UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
CAPÍTULO 2 ALUMBRADO						
02.01		ud	PHILIPS RC360B LED34S/840 PSD W30L120 VPC W Luminaria para sala de recepción, 3400 lm - 840 blanco neutro - Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI - Ancho 0,30 m, longitud 1,20 m - Versión de techo con perfil visible - Conector plug-in de 3 polos compatible con Wieland/Adels, adosable. Incluye instalación y conexionado			
OE1	2,00	h	Oficial 1º electricista	17,13		34,26
AE00	2,00	h	Ayudante electricista	15,89		31,78
A0.1	4,00	ud	Luminaria RC360B	341,00		1.364,00
PMAO1	3,00	ud	Pequeño material	1,12		3,36
MA002	2,00	%	Medios auxiliares			28,67
CI003	3,00	%	Costes indirectos			43,00
TOTAL PARTIDA						1.505,07
02.02		ud	PHILIPS SM134V PSD W20L120 1xLED27S/840 OC Luminaria para pasillo principal y archivos. 2700 lm, Coreline Surface - 840 blanco neutro - Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI Incluye instalación y conexionado			
OE1	2,50	h	Oficial 1º electricista	17,13		42,83
AE00	2,50	h	Ayudante electricista	15,89		39,73
A0.2	5,00	ud	Luminaria SM134V	326,07		1.630,35
PMAO1	3,00	ud	Pequeño material	1,12		3,36
MA002	2,00	%	Medios auxiliares			34,33
CI003	3,00	%	Costes indirectos			51,49
TOTAL PARTIDA						1.802,07
02.03		ud	PHILIPS RS060B 1xLED5-36-/840 Luminaria para aseos, pasillos secundarios y sala grupo incendio. 500 lm, 840 blanco neutro - Posibilidad regulación con reguladores ELV- Seguridad clase II - WH Incluye instalación y conexionado			
OE1	7,00	h	Oficial 1º electricista	17,13		119,91
AE00	7,00	h	Ayudante electricista	15,89		111,23
A0.3	16,00	ud	Luminaria RS060B	18,00		288,00
PMAO1	3,00	ud	Pequeño material	1,12		3,36
MA002	2,00	%	Medios auxiliares			10,45
CI003	3,00	%	Costes indirectos			15,68
TOTAL PARTIDA						548,63
02.04		ud	PHILIPS DN572B PSE-E 1xLED12S/840 WR Luminaria para vestuario. 1150 lm, LuxSpace2 Square - 840 blanco neutro - Unidad externa de la fuente de alimentación (PSU) - Óptica de alto brillo - Conector push-in y retenedor - Blanco RAL 9003 Incluye instalación y conexionado			
OE1	3,00	h	Oficial 1º electricista	17,13		51,39
AE00	3,00	h	Ayudante electricista	15,89		47,67
A0.4	6,00	ud	Luminaria DN572B	229,63		1.377,78
PMAO1	3,00	ud	Pequeño material	1,12		3,36
MA002	2,00	%	Medios auxiliares			29,60
CI003	3,00	%	Costes indirectos			44,41
TOTAL PARTIDA						1.554,21

02.05	ud PHILIPS TBS165 G 3xTL5-14W HFS C6			
	Luminaria para sala de reuniones. 3600 lm, Purchase Supply Group - 3 piezas - TL5 - 14 W - 840 blanconeuro - HF estándar - Óptica alto brillo doble parabólica cerrada - Conector push-in y retenedor - Cable de seguridad Incluye instalación y conexionado			
OE1	4,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	68,52
AE00	4,00 h	Ayudante electricista	15,89	63,56
A0.5	9,00 ud	Luminaria TBS165	221,94	1.997,46
PMAO1	3,00 ud	Pequeño material	1,12	3,36
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		42,66
CI003	3,00 %	Costes indirectos		63,21
			TOTAL PARTIDA	2.238,77

02.06	ud PHILIPS RC125B W60L60 1 xLED36S/840 NOC			
	Luminaria para oficina y despacho. LED Module, system flux 3600 lm - 840 blanco neutro - Fuente de alimentación - Ancho 0,60 m, longitud 0,60 m Incluye instalación y conexionado			
OE1	8,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	137,04
AE00	8,00 h	Ayudante electricista	15,89	127,12
A0.6	21,00 ud	Luminaria RC125B	92,45	1.941,45
PMAO1	3,00 ud	Pequeño material	1,12	3,36
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		44,18
CI003	3,00 %	Costes indirectos		63,48
			TOTAL PARTIDA	2.316,63

02.07	ud PHILIPS BY470P 1 xECO170S/865 WB GC			
	Luminaria para almacén. GentleSpace 2 - LED GreenLine system flux 17000 lm - 840 blanco neutro - Unidad de fuente de alimentación con interfaz DALI - Haz ancho - Cristal transparente - SI Incluye instalación y conexionado			
OE1	4,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	68,52
AE00	4,00 h	Ayudante electricista	15,89	63,56
A0.7	20,00 ud	Luminaria BY470P	846,19	16.923,80
PMAO1	3,00 ud	Pequeño material	1,12	3,36
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		341,18
CI003	3,00 %	Costes indirectos		511,78
			TOTAL PARTIDA	17.912,20

Código	Cantidad	UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
CAPÍTULO 3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA						
03.01	ud		HYDRA LD N3			
			Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red. No permanente, IP42 IK04, clase II. Incluye instalación y conexionado			
OE1	3,00 h		Oficial 1º electricista	17,13	51,39	
AE00	3,00 h		Ayudante electricista	15,89	47,67	
AE0.1	11,00 ud		Luminaria emergencia HYDRA LD N3	55,62	611,82	
PMAO1	3,00 ud		Pequeño material	1,12	3,36	
MA002	2,00 %		Medios auxiliares		14,28	
CI003	3,00 %		Costes indirectos		21,43	
TOTAL PARTIDA					749,95	
03.02	ud		HYDRA LD N7 A			
			Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red. Un microprocesador interno chequea el estado del aparato y realiza periódicamente test funcionales y de autonomía informando sobre su estado, mediante dos pilotos LED que incorpora. No permanente, IP42 IK04, clase II. Incluye instalación y conexionado			
OE1	2,20 h		Oficial 1º electricista	17,13	37,69	
AE00	2,20 h		Ayudante electricista	15,89	34,96	
AE0.2	6,00 ud		Luminaria emergencia HYDRA LD N7 A	93,75	562,50	
PMAO1	3,00 ud		Pequeño material	1,12	3,36	
MA002	2,00 %		Medios auxiliares		12,77	
CI003	3,00 %		Costes indirectos		19,16	
TOTAL PARTIDA					670,43	
03.03	ud		HYDRA LD N10			
			Cuerpo rectangular con aristas pronunciadas que consta de una carcasa fabricada en policarbonato y difusor en idéntico material. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red. No permanente, IP42 IK04, clase II. Incluye instalación y conexionado			
OE1	4,00 h		Oficial 1º electricista	17,13	68,52	
AE00	4,00 h		Ayudante electricista	15,89	63,56	
AE0.3	19,00 ud		Luminaria emergencia HYDRA LD N7 A	90,60	1.721,40	
PMAO1	3,00 ud		Pequeño material	1,12	3,36	
MA002	2,00 %		Medios auxiliares		37,14	
CI003	3,00 %		Costes indirectos		55,71	
TOTAL PARTIDA					1.949,68	
03.04	ud		LUNA LD N3			
			Cuerpo circular con bordes redondeados que consta de una carcasa fabricada en PC/ASA y difusor en policarbonato. Apta para colocación en superficie o empotrada techo/pared. Consta de una lámpara LED que se ilumina si falla el suministro de red. No permanente, IP42 IK04, clase II. Incluye instalación y conexionado			
OE1	0,30 h		Oficial 1º electricista	17,13	5,14	
AE00	0,30 h		Ayudante electricista	15,89	4,77	
AE0.4	1,00 ud		Luminaria emergencia HYDRA LD N7 A	60,30	60,30	
PMAO1	3,00 ud		Pequeño material	1,12	3,36	
MA002	2,00 %		Medios auxiliares		1,47	
CI003	3,00 %		Costes indirectos		2,21	
TOTAL PARTIDA					77,24	

Código	Cantidad	UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
CAPÍTULO 4 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS						
04.01		ud	CENTRAL DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIO ANALÓGICA			
			Central analógica compacta de un bucle con capacidad para 200 elementos analógicos, alojada en cofre metálico con puerta provista de carátula adhesiva, con módulo de alimentación, rectificador, 4 baterías 12 V. y módulo de control con indicador de alarma y avería. Medida la unidad instalada. Incluye instalación y conexionado			
OE1	4,00	h	Oficial 1º electricista	17,13	68,52	
AE00	4,00	h	Ayudante electricista	15,89	63,56	
PCI1	1,00	ud	Central detección analógica 1 bucle	856,76	856,76	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			29,70
TOTAL PARTIDA					1.019,66	
04.02		ud	PULSADOR DE ALARMA			
			Pulsador de alarma identificable provisto de módulo direccionable, microrruptor, del de alarma y autochequeo, sistema de comprobación con llave de rearme, lámina calibrada para que se enclave y no rompa y microprocesador. Ubicado en caja y serigrafiado. Incluye instalación y conexionado			
OE1	0,75	h	Oficial 1º electricista	17,13	12,85	
AE00	0,75	h	Ayudante electricista	15,89	11,92	
PCI2	4,00	ud	Pulsador de alarma identificable	43,34	173,36	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			5,98
TOTAL PARTIDA					205,22	
04.03		ud	SIRENA ACÚSTICA			
			Sirena CWS100AV, dispositivo óptico y acústico para sistemas de detección y alarma convencional, gracias a su diseño modular, en interior, en sistemas de detección convencionales y conectado a nuestro sistema de detección analógico mediante el módulo direccionable ALWSMOD, sin precisar alimentación auxiliar de 24 Vcc., así como en sistemas vía radio gracias al módulo SGWSMO Incluye instalación y conexionado			
OE1	0,50	h	Oficial 1º electricista	17,13	8,57	
AE00	0,50	h	Ayudante electricista	15,89	7,95	
PCI3	2,00	ud	Sirena acústica	63,16	126,32	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			4,32
TOTAL PARTIDA					148,27	
04.04		ud	EXTINTOR POLVO ABC 6 kg			
			Extintor de polvo ABC, portátil, polivalente antibrasa de eficacia 34A/113B, de 6 kg de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. Según Norma UNE de aplicación, y certificado AENOR Incluye instalación y conexionado			
OE1	0,10	h	Oficial 1º electricista	17,13	1,71	
AE00	0,10	h	Ayudante electricista	15,89	1,59	
PCI4	12,00	ud	Extintor polvo ABC 34/113	22,60	271,20	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			8,27
TOTAL PARTIDA					283,89	

04.05	ud	Detector óptico de humo convencional		
		El detector óptico de humo M500C indica alarma de fuego en presencia de humo. Fabricado y certificado según EN 54-7.		
		Incluye instalación y conexionado		
OE1	2,00 h	Oficial 1º electricista	17,13	34,26
AE00	2,00 h	Ayudante electricista	15,89	31,78
PC5	7,00 ud	Detector M500C	20,45	143,15
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		4,21
CI003	3,00 %	Costes indirectos		6,31
TOTAL PARTIDA			220,83	

04.06	ud	Bocas de incendio equipadas 45mm 20m		
		Boca de incendios equipada BIE45, manguera plana, homologada y fabricada según UNE-EN-671.1. Incluye manguera plana 45mm de diámetro y 20 m de longitud, válvula en latón, manómetro, lanza, devanadera metálica y armario en rojo. Puerta semiciega con visor y tirador con precinto de seguridad. Medidas: 45 cm alto x 13 cm profundidad x 60 cm ancho.		
OE1	0,50 h	Oficial 1º electricista	17,13	8,57
AE00	0,50 h	Ayudante electricista	15,89	7,95
PC6	3,00 ud	BIE 45mm 20m	173,45	520,35
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		10,76
CI003	3,00 %	Costes indirectos		16,14
TOTAL PARTIDA			564,88	

04.07	ud	Sistema de abastecimiento de agua		
		Sistema de abastecimiento de agua con depósito de aljibe en obra de 54 m3, tuberías de distinto diámetro para la red de tuberías, depósito de cebado y accesorios		
		Incluye instalación y conexionado		
OF1	14,50 h	Oficial 1º fontanero	19,67	285,22
AF00	14,50 h	Ayudante fontanero	18,89	273,91
OC1	11,00 h	Oficial 1º construcción	15,67	172,37
POC00	11,00 h	Peón ordinario construcción	14,36	157,96
APCI54	1,00 ud	Aljibe en obra de 54 m3	1.546,32	1.546,32
TUB01	30,00 m	Tubo de acero galvanizado sin soldadura, de 4" DN 100 mm de diámetro	13,22	396,60
TUB02	30,00 m	Tubo de acero galvanizado sin soldadura, de 3" DN 80 mm de diámetro	11,34	340,20
TUB03	20,00 m	Tubo de acero galvanizado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro	10,45	209,00
TUB04	25,00 m	Tubo de acero galvanizado sin soldadura, de 1.1/2" DN 40 mm de diámetro	9,75	243,75
TUB05	15,00 m	Tubo de acero galvanizado sin soldadura, de 3/4" DN 20 mm de diámetro	8,65	129,75
DCPCI	3,00 ud	Depósito de cebado	86,00	258,00
PMAO1	20,00 ud	Pequeño material	1,12	22,40
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		80,71
CI003	3,00 %	Costes indirectos		121,06
TOTAL PARTIDA			4.237,24	

04.08	ud	Grupo de Bombeo U.E. / 520 B		
		U.E. / 520 B con motor eléctrico MN 50 / 200 B de 15 HP de potencia y bomba auxiliar Jockey MULTINOX 120-60T de 1,7 HP de potencia eléctrica La bomba principal suministra el caudal y presión requeridos por el sistema. Impulsa el 140% del caudal nominal a una presión no inferior al 70% de la presión nominal.		
		Incluye instalación.		
OF1	2,00 h	Oficial 1º fontanero	19,67	39,34
AF00	2,00 h	Ayudante fontanero	18,89	37,78
GBPCI	1,00 ud	Grupo de Bombeo U.E. / 520 B	6.547,88	6.547,88
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		132,52
CI003	3,00 %	Costes indirectos		198,78
TOTAL PARTIDA			6.957,43	

Código	Cantidad	UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
CAPÍTULO 5 SEÑALIZACIÓN (protección contra incendios)						
05.01		ud	Placas de señalización de equipos contra incendios y evacuación			
			Placa de señalización de equipos contra incendios, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 210x210 mm, según UNE 23033-1. Incluso elementos de fijación.			
			Placa de señalización de medios de evacuación, de PVC fotoluminiscente, con categoría de fotoluminiscencia A según UNE 23035-4, de 224x224 mm, según UNE 23034. Incluso elementos de fijación			
			Incluye montaje.			
POC00	2,00	h	Peón ordinario construcción	14,36	28,72	
BIE	7,00	ud	Señal BIE	5,79	40,53	
EDI	12,00	ud	Señal Extintor de incendio	5,79	69,48	
PDA	4,00	ud	Señal Pulsador de alarma	5,79	23,16	
SAS	2,00	ud	Señal Avisador Sonoro	5,79	11,58	
DVDE	10,00	ud	Señal Dirección vía de evacuación	8,92	89,20	
PDS	4,00	ud	Señal puerta de Salida	8,92	35,68	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos		8,98	
TOTAL PARTIDA						308,45

Código	Cantidad	UD	Resumen	Precio	Subtotal	Importe
CAPÍTULO 6 VENTILACIÓN						
06.01		ud	Extractor DOMES-MU 100 m3/h			
			Extractor para despacho Serie DOMES-MU 100, Alimentación: 220/240 V, 50 Hz, Motor IP X4, Completamente montado.			
OM1	1,00	h	Oficial 1ª montador.	14,80	14,80	
AM00	1,00	h	Ayudante montador.	13,20	13,20	
MU100	1,00	ud	Extractor DOMES-MU 100	29,00	29,00	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			1,74
TOTAL PARTIDA						59,86
06.02		ud	Extractor Serie MU 4P			
			Extractor de baja silueta para sala de archivos, Serie MU 4P , Alimentación: 220/240 V, 50 Hz, Motor IP X4, 90 m3/h. Completamente montado.			
OM1	0,50	h	Oficial 1ª montador.	14,80	7,40	
AM00	0,50	h	Ayudante montador.	13,20	6,60	
MU4P	1,00	ud	Extractor Serie MU 4P	29,00	29,00	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			1,32
TOTAL PARTIDA						45,44
06.03		ud	Extractor Serie MU-DECOR 100 m3/h			
			Extractor para aseos, Serie DOMES-MU 100, Alimentación: 220/240 V, 50 Hz, Motor IP 34, junto a Persiana sobrepresión PER-100 W Completamente montado.			
OM1	1,00	h	Oficial 1ª montador.	14,80	14,80	
AM00	1,00	h	Ayudante montador.	13,20	13,20	
DECOR100	2,00	ud	Extractor Serie MU-DECOR 100	35,00	70,00	
PER100	2,00	ud	Persiana sobrepresión PER-100 W	9,00	18,00	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			2,34
TOTAL PARTIDA						119,46
06.04		ud	Extractor Serie MU-DECOR 150 m3/h			
			Extractor Serie MU-DECOR para vestuario y pasillo principal 150 m3/h, Alimentación: 220/240 V, 50 Hz, Motor IP 34, Completamente montado.			
OM1	1,00	h	Oficial 1ª montador.	14,80	14,80	
AM00	1,00	h	Ayudante montador.	13,20	13,20	
DECOR150	2,00	ud	Extractor Serie MU-DECOR 150	57,00	114,00	
PMAO1	1,00	ud	Pequeño material	1,12	1,12	
CI003	3,00	%	Costes indirectos			2,86
TOTAL PARTIDA						145,98

06.05

ud Extractor mural HCFB/6-630/H-A

Ventiladores helicoidales murales para el almacén con hélice de plástico reforzada con fibra de vidrio, motor monofásico (HCFB) o trifásico (HCFT), IP65 (1), Clase F (2), protector térmico incorporado (3) y caja de bornes, con condensador incorporado en los modelos monofásicos junto con Persiana sobrepresión PER-630 CR. Completamente montado.

OM1	4,50 h	Oficial 1ª montador.		
AM00	4,50 h	Ayudante montador.	14,80	66,60
HCFB630	5,00 ud	Extractor mural HCFB/6-630/H-A	13,20	66,00
PER630	5,00 ud	Persiana sobrepresión PER-630 CR	821,67	4.108,35
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		84,84
CI003	3,00 %	Costes indirectos		127,26

TOTAL PARTIDA 4.454,17

06.06

ud Ventilador de techo Serie CF

Ventilador de techo para oficina, despacho y sala de recepción, de altas prestaciones, silenciosos, Incluyen mando con 5 velocidades y soporte p... Completamente montado.

OM1	1,50 h	Oficial 1ª montador.	14,80	22,20
AM00	1,50 h	Ayudante montador.	13,20	19,80
VTCF	3,00 ud	Ventilador de techo Serie CF	61,00	183,00
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
MA002	2,00 %	Medios auxiliares		4,52
CI003	3,00 %	Costes indirectos		6,78

TOTAL PARTIDA 237,43

06.07

ud REJILLA DE ADMISIÓN

Rejilla de admisión de aire con alas oblicuas de varias dimensiones Completamente montado.

OM1	1,00	Oficial 1ª montador.	14,80	14,80
AM00	1,00	Ayudante montador.	13,20	13,20
R200100	2,00	Rejilla de 200x100	23,12	46,24
R120120	1,00	Rejilla de 120x120	21,44	21,44
PMAO1	1,00 ud	Pequeño material	1,12	1,12
CI003	3,00 %	Costes indirectos		1,94

TOTAL PARTIDA 98,74

RESUMEN DE PRESUPUESTO**Diseño de instalaciones industriales para nave de almacenamiento de distribuidora editorial**

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1,00	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	21.499,59
2,00	ALUMBRADO	27.877,58
3,00	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	3.447,31
4,00	PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	13.637,41
5,00	SEÑALIZACIÓN	308,45
6,00	VENTILACIÓN	5.161,09
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	71.931,43
	13,00% Gastos generales	9.351,09
	6,00% Beneficio Industrial	5.035,20
	Suma de G.G. y B.I.	14.386,29
	Presupuesto antes de impuestos	86.317,72
	7% IGIC	6.042,24
	Presupuesto de Ejecución por Contrata	92.359,96

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de NOVENTA Y DOS MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CONCLUSIONS

At the moment of starting this work, the way of learning at how to proceed and to work in an engineering project of these characteristics were established through the practical realization of basic installations in an industrial warehouse so that it can work properly and fulfill its storage function.

It can be said that these objectives have been fulfilled given that all the parts of the present project of this kind have been worked on and therefore learnt about it.

And considering what is explained in the different documents of this project, it is believed that adequate low voltage electrical, lighting, fire protection and ventilation systems have been designed adequately so that the warehouse can be operational as soon as the installations are carried out based accordingly.

I am satisfied because of the learning process through which I went and experienced giving me a more broad perspective of an engineer's work. I think the the work done here with the project presented in this document is good and overall, I'm content about what I was able to design.