



Escola Universitària d'Enginyeria
Tècnica Industrial de Barcelona
Consorci Escola Industrial de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Volumen I
Memoria

TRABAJO DE FINAL DE GRADO



“INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CONTRA INCENDIOS DE UNA NAVE INDUSTRIAL”

TFG presentado para optar al título de GRADO en
INGENIERÍA ELÉCTRICA
por **Rubén Luque Garcia**

Barcelona, 11 de Junio de 2014

Tutor proyecto: Juan Morón/Héctor Rivas
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

ÍNDICE

1	Introducción.....	6
1.1	Objeto del proyecto	6
1.2	Alcance	6
1.3	Titulares del proyecto.....	7
1.3.1	Nombre y domicilio del titular.....	7
1.3.2	Autor del proyecto.....	7
1.4	Descripción de la actividad	7
1.5	Emplazamiento	7
1.6	Descripción y características de la nave.....	8
1.7	Personal de la industria	9
1.8	Maquinaria de la industria.....	10
2	Local con riesgo de incendio	11
2.1	Clasificación de emplazamientos	11
2.2	Condiciones generales	12
2.3	Sistemas de cableado.....	13
2.3.1	Generalidades.....	13
2.3.2	Requisitos de los cables	13
2.3.3	Requisitos de los conductos.....	14
3	Diseño de la iluminación	17
3.1	Iluminación recomendada	17
3.2	Luminarias.....	18
3.3	Cálculo de la iluminación.....	19
4	Instalación contra incendios.....	21
4.1	Caracterización del establecimiento	21
4.2	Requisitos constructivos del establecimiento industrial	21
4.2.1	Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial.....	22
4.2.2	Sectorización de los establecimientos industriales	23
4.2.3	Materiales	24
4.2.4	Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes	25
4.2.5	Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento	27
4.2.6	Evacuación de los establecimientos industriales	28

4.2.7	Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.....	36
4.2.8	Almacenamientos	37
4.2.9	Instalaciones técnicas de servicios de los establecimientos industriales....	38
4.2.10	Riesgo de fuego forestal.....	39
4.3	Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales	39
4.3.1	Sistemas automáticos de detección de incendios	40
4.3.2	Sistemas manuales de alarma de incendio	40
4.3.3	Sistemas de comunicación de alarma	41
4.3.4	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.....	41
4.3.5	Sistemas de hidrantes exteriores	42
4.3.6	Extintores de incendio	43
4.3.7	Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	46
4.3.8	Sistemas de columna seca	46
4.3.9	Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	47
4.3.10	Sistemas de agua pulverizada	47
4.3.11	Sistemas de espuma física.....	48
4.3.12	Sistemas de extinción por polvo.....	48
4.3.13	Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos	48
4.3.14	Sistemas de alumbrado de emergencia.....	49
4.3.15	Señalización.....	49
4.4	Resumen de los elementos de protección contra incendios instalados	50
5	Instalación eléctrica	51
5.1	Aspectos generales.....	52
5.1.1	Documentación de la instalación	52
5.1.2	Inspecciones de la instalación.....	52
5.2	Previsión de cargas	52
5.3	Puesta a tierra	53
5.4	Compensación de energía reactiva.....	53
5.5	Centro de transformación	54
5.6	Intensidad de cortocircuito	55
5.7	Acometida.....	55
5.8	Derivación Individual	55
5.8.1	Instalación.....	55



5.8.2	Cables	56
5.9	Caja de Protección y Medida (CPM)	57
5.9.1	Fusibles generales de protección.....	58
5.9.2	Equipo de medida.....	58
5.9.3	Dispositivo para discriminación horaria.....	58
5.10	Cuadro General de Mando y Protección (CGMP)	59
5.10.1	Interruptor de Intensidad Regulable (IIR).....	59
5.10.2	Interruptor General Automático (IGA).....	60
5.10.3	Protección contra sobretensiones	60
5.10.4	Interruptor diferencial (ID)	60
5.10.5	Interruptores Magneto Térmicos (PIAs).....	61
5.11	Instalación interior	62
5.12	División en subcuadros	62
5.12.1	Líneas de derivación.....	63
5.13	Subcuadro 1 (SC 1)	63
5.13.1	Líneas de conexión del SC 1	64
5.14	Subcuadro 2 (SC 2)	65
5.14.1	Líneas de conexión del SC 2	66
5.15	Subcuadro 3 (SC 3)	67
5.15.1	Líneas de conexión del SC 3	68
5.16	Subcuadro 4 (SC 4)	69
5.16.1	Líneas de conexión del SC4	70
6	Referencias bibliográficas	71
7	ANEXOS.....	73

Resumen

En este trabajo final de grado, se realiza la redacción de un proyecto de instalación eléctrica.

En dicho proyecto, se describe, grafía y calcula las instalaciones eléctrica y contra incendios de una nave industrial. Además se realiza el diseño de la iluminación de todo el edificio, tanto la zona de taller, como las dedicadas a otros usos dentro de la industria.

El establecimiento destino de este proyecto se describe también en esta memoria.

Además, en todos los cálculos realizados se tiene en cuenta que dicho establecimiento se trata de un edificio con riesgo de incendio.

Como resultado de este proyecto se obtiene la manera de realizar las instalaciones descritas y todas sus características.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto del proyecto

El objeto del trabajo final de grado es diseñar la instalación eléctrica necesaria en una industria con la finalidad de que ésta pueda llevar a cabo su actividad.

1.2 Alcance

Se realizará el cálculo de las siguientes instalaciones para la nave proyectada:

- Electrificación baja tensión. Diseño y cálculo de la instalación de potencia para cubrir las necesidades de la industria. Se realizará el cálculo del suministro, la distribución de la instalación en la nave, el cálculo de las protecciones correspondientes y el cálculo de los conductores. Se tendrá en cuenta que dicha instalación se realizará para una actividad calificada como actividad con riesgo de incendio.
- Iluminación. Diseño y cálculo de la instalación de iluminación según las recomendaciones de luxes para cada espacio de la nave. Se realizará el cálculo de la iluminación para cada espacio, la distribución de dicha instalación, el cálculo de las protecciones correspondientes y el cálculo de los conductores. Se tendrá en cuenta que dicha instalación se realizará para una actividad calificada como actividad con riesgo de incendio
- Iluminación de emergencia. Diseño y cálculo del alumbrado de emergencia según la normativa correspondiente.
- Antiincendios. Diseño de la instalación de los equipos correspondientes a la seguridad antiincendios. Además, se tendrán en cuenta las normativas de riesgo de incendios aplicables a una industria de madera.

1.3 Titulares del proyecto

1.3.1 Nombre y domicilio del titular

El titular de la actividad es la empresa "Amfora S.L.", con CIF B-64858821 y domicilio social en carrer del Mig, 56-66, 08110 de Montcada i Reixac, Barcelona.

1.3.2 Autor del proyecto

El autor del proyecto es el ingeniero eléctrico Rubén Luque García, con NIF 53335139W y domicilio en C/Francesc Moragas, 12, 08922 de Santa Coloma de Gramenet, Barcelona.

1.4 Descripción de la actividad

La actividad que se llevará a cabo en la nave del presente proyecto pertenecerá al sector secundario, concretamente será una industria dedicada a la fabricación de armarios para su posterior distribución.

La empresa recibirá la materia prima y tendrá un espacio reservado para su almacenamiento. Posteriormente, tratará la materia prima para elaborar su producto, los armarios. El producto se almacenará empaquetado y desmontado en la nave industrial para su posterior recogida y distribución.

Además, se almacenará todo el serrín producido por el tratamiento de la madera durante el proceso de fabricación, para su posterior tratamiento por parte de las empresas correspondientes, que se harán cargo de su recogida.

1.5 Emplazamiento

La nave industrial donde se llevará a cabo la actividad anteriormente descrita y parcela para la cual es efectuado este proyecto, está situada en la C/Del Mig, 56-66, Pol. Ind. Plan d'en Coll, 08110 de Montcada i Reixac, Barcelona.

Se puede ver su localización exacta en los planos 1 y 2 adjuntos a este proyecto.

1.6 Descripción y características de la nave

La nave industrial es de forma rectangular con una superficie útil de 1735,58 m², distribuidos en una sola planta. La altura del establecimiento es de 10m en toda su superficie. Consta de dos entradas para camiones, una por la parte delantera y la otra por la parte trasera, además de una puerta para la entrada del personal. La nave se distribuye en dos partes muy diferenciadas, la zona de taller y la zona de oficinas y vestuario.

La zona de taller consta de una superficie útil de 1540,46 m², incluyendo las zonas para la maquinaria, zonas para el almacenamiento de residuos, zonas de almacenaje intermedio y las zonas de almacenaje de materia prima y producto acabado, además del almacén donde se guarda el material de tornillería y la sala para el compresor. Se tendrá en cuenta también la zona de entrada/salida de los camiones, dejando un espacio en la zona de taller totalmente libre de cualquier elemento para el fácil acceso de éstos. Dicha zona estará marcada claramente en el suelo.

La zona de oficinas y vestuario consta de una superficie útil de 195,12 m², incluyendo la zona de oficinas, donde encontramos dos despachos, dos salas de reuniones y dos baños con dos lavabos cada uno, además de la zona de vestuario, donde encontramos las duchas, el propio vestuario y dos lavabos, además de un baño al cual se accede directamente del taller.

Cabe destacar, que la zona de oficinas y vestuario será más baja que la altura natural de la nave, gracias a la instalación de un falso techo. Este se colocará a una altura de 2.8m del suelo.

En el plano 3 adjunto a este proyecto se muestra la planta general de la nave.

En la siguiente tabla podemos ver las superficies para cada zona de la nave industrial.

Zona	Superficie (m2)
Zona Taller:	
Zona de taller	1512,81
Almacén	19,65
Sala del compresor	8
Zona oficinas y vestuario:	
Despacho 1	13,35
Despacho 2	13,35
Sala de reuniones 1	15,29
Sala de reuniones 2	15,29
Pasillo	16,35
Baño 1	5,51
Baño 2	5,51
Baño 3	5,51
Lavabo 1	3,36
Lavabo 2	3,36
Lavabo 3	3,36
Lavabo 4	3,36
Lavabo 5	3,36
Lavabo 6	3,36
Lavabo 7	3,36
Lavabo 8	3,36
Vestuario	78,08
TOTAL	1735,58

Tabla 1. Superficie de las zonas de la nave

1.7 Personal de la industria

El personal de la industria estará repartido, de la misma manera que la propia nave, en dos partes, los trabajadores de oficina y los trabajadores de taller.

En la oficina se encontrarán, el gerente de la empresa y el director de operaciones y recursos humanos. Ambos se situarán en el despacho 1 y el despacho 2 respectivamente. La labor del gerente consiste en realizar la gestión económica de la empresa, así como colaborar en las funciones realizadas por el director de operaciones y recursos humanos. Éste segundo, se encarga del trato con los proveedores y clientes, además de llevar a cabo la organización industrial dentro de la empresa.

En la zona de taller tendremos un trabajador por cada máquina, con un total de siete. Además de dos trabajadores encargados del empaquetado del producto y dos más realizando el soporte a toda la industria.

Con todo esto, la empresa consta de 12 trabajadores más el gerente.

1.8 Maquinaria de la industria

La empresa dispondrá de 7 grandes máquinas para la realización del grueso de todo el proceso de fabricación de los armarios.

Se tendrán dos seccionadoras, encargadas de cortar a medida las planchas de madera distribuidas por el proveedor correspondiente. Además de dos controles numéricos, que agujerarán las piezas que sean necesarias para su posterior montaje. Por último, tres aplacadoras, con la función de aplacar los bordes de las maderas visibles del armario para su correcto acabado.

Se dispondrá también de un compresor que proporcione la cantidad de aire necesario para el correcto funcionamiento de la línea.

Además la empresa absorberá el serrín desprendido por el proceso de producción gracias a un silo.

A parte de la maquinaria para realizar el proceso de fabricación, la empresa dispondrá de maquinaria de mano, como taladros, molas, pequeñas sierras automáticas, etc. para pulir acabados en caso de fallos en la maquinaria principal.

Se tendrá en cuenta también que la empresa tendrá maquinaria de oficina, como pueden ser los ordenadores, las impresoras o los faxes.

2 LOCAL CON RIESGO DE INCENDIO

Para realizar este proyecto, se tendrá en cuenta, en todos los ámbitos, la condición de local con riesgo de incendio que tiene nuestro establecimiento industrial, siguiendo lo establecido por la ITC-BT-29 del REBT¹, resumida en este apartado.

2.1 Clasificación de emplazamientos

Para establecer los requisitos que han de satisfacer los distintos elementos constitutivos de la instalación eléctrica en emplazamientos con atmósferas potencialmente explosivas, la ITC-BT-29 del REBT agrupa estos emplazamientos en dos clases según la naturaleza de la sustancia inflamable, denominadas como Clase I si el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas y como Clase II si el riesgo es debido a polvo.

En las anteriores clases se establece una subdivisión en zonas según la probabilidad de presencia de la atmósfera potencialmente explosiva o inflamable.

Así pues, los emplazamientos se agrupan como sigue:

a) Zonas de emplazamiento Clase I:

- Zona 0: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva constituida por una mezcla de aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla, está presente de modo permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.
- Zona 1: Emplazamiento en el que cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación ocasional de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla.
- Zona 2: Emplazamiento en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

b) Zonas de emplazamiento Clase II:

- Zona 20: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Las capas en sí mismas no constituyen una zona 20. En general estas condiciones se dan en el interior de conducciones, recipientes, etc. Los

¹ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT)

emplazamientos en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua o durante largos períodos de tiempo, no entran en este concepto.

- Zona 21: Emplazamientos en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.

Esta zona puede incluir entre otros, los emplazamientos en la inmediata vecindad de, por ejemplo, lugares de vaciado o llenado de polvo.

- Zona 22: Emplazamientos en el que no cabe contar, en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de una atmósfera explosiva peligrosa en forma de nube de polvo inflamable en el aire o en la que, en caso de formarse dicha atmósfera explosiva, sólo subsiste por breve espacio de tiempo.

Esta zona puede incluir, entre otros, entornos próximos de sistemas conteniendo polvo de los que puede haber fugas y formar depósitos de polvo.

La clasificación de emplazamientos se llevará a cabo por un técnico competente que justificará los criterios y procedimientos aplicados. Esta decisión tendrá preferencia sobre las interpretaciones literales o ejemplos que figuran en los textos y figuras de los documentos de referencia que se citan para establecer esta clasificación.

Así, nuestro establecimiento se clasificará como emplazamiento de Clase II zona 22.

2.2 Condiciones generales

En la medida de lo posible, los equipos eléctricos se ubicarán en áreas no peligrosas. Si esto no es posible, la instalación se llevará a cabo donde exista menor riesgo.

Las instalaciones en emplazamientos de Clase II se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-EN 60079-14:2010², salvo que contradiga con lo indicado en la Instrucción 29 del REBT, la cual prevalecerá sobre la norma.

Es necesario tener presente que si un equipo eléctrico dispone de un modo de protección para gases, no garantiza que su protección sea adecuada contra el riesgo de inflamación de polvo.

² Norma UNE-EN 60079:2010. Atmósferas explosivas.

2.3 Sistemas de cableado

2.3.1 Generalidades

Para instalaciones de seguridad intrínseca, los sistemas de cableado cumplirán los requisitos de la norma UNE-EN 60079-14 y de la norma EN 60079-25:2010.

Los cables para el resto de las instalaciones tendrán una tensión mínima asignada de 450/750V.

Las entradas de los cables y de los tubos a los aparatos eléctricos se realizarán de acuerdo con el modo de protección previsto. Los orificios de los equipos eléctricos para entradas de cables o tubos que no se utilicen deberán cerrarse mediante piezas acordes con el modo de protección de que vayan dotados dichos equipos.

La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional. Además todos los cables de longitud igual o superior a 5 m estarán protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos.

2.3.2 Requisitos de los cables

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II en instalaciones fijas, serán:

- a) Cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo metálico rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1³.
- b) Cables construidos de modo que dispongan de una protección mecánica; se consideran como tales:
 - Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1.
 - Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie UNE 21.123.

Los cables a utilizar en las instalaciones fijas deben cumplir, respecto a la reacción al fuego, lo indicado en la norma UNE-EN 60332:2009⁴.

³ Norma UNE-EN 50086:1995. Sistemas de tubos para la conducción de cables.

⁴ Norma UNE-EN 60332:2009. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.

2.3.3 Requisitos de los conductos

Cuando el cableado de las instalaciones fijas se realice mediante tubo o canal protector, éstos serán conformes a las especificaciones dadas en las tablas 2 y 3.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	4	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D = 1 mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 2. Características mínimas para tubos

Característica	Grado	
	Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤ 160 mm
Resistencia al impacto	Fuerte	Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	+15°C	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+60°C	+60°C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	no inferior a 2
Resistencia a la penetración de agua	No declarada	
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	

Tabla 3. Características mínimas para canales protectoras

Esto no es aplicable en el caso de canalizaciones bajo tubo que se conecten a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos, en donde el tubo resistirá una presión interna mínima de 3 MPa durante 1 minuto y será de acero sin soldadura, galvanizado interior y exteriormente, con el grado de resistencia de la tabla siguiente:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	5	Muy Fuerte
Resistencia al impacto	5	Muy Fuerte
Temperatura mínima de instalación y servicio	3	-15°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C
Resistencia al curvado	1	Rígido
Propiedades eléctricas	1	Continuidad eléctrica
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	4	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligero

Tabla 4. Características mínimas para tubos que se conectan a aparatos eléctricos con modo de protección antideflagrante provistos de cortafuegos

Cuando por exigencias de la instalación, se precisen tubos flexibles, estos serán metálicos corrugados de material resistente a la oxidación y características semejantes a los rígidos.

Los tubos con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puesta a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

3 DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN

Con el fin de dotar todos los espacios de nuestro establecimiento industrial con la luz adecuada para el desarrollo de la actividad o función correspondiente, se ha realizado un estudio de iluminación.

En dicho estudio se calcularán los puntos de luz necesarios en cada espacio de nuestra industria según el tipo de luminaria utilizado y la iluminación recomendada.

3.1 Iluminación recomendada

Podemos definir iluminación como la acción de iluminar, refiriéndonos al conjunto de dispositivos que se instalan para producir ciertos efectos luminosos o nivel de iluminación.

Este nivel de iluminación, se mide en luxes (lx), según el Sistema Internacional de Unidades.

Existen unos valores de iluminación recomendados según la actividad para la que este diseñado cada espacio. Así, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, recomienda los siguientes valores:

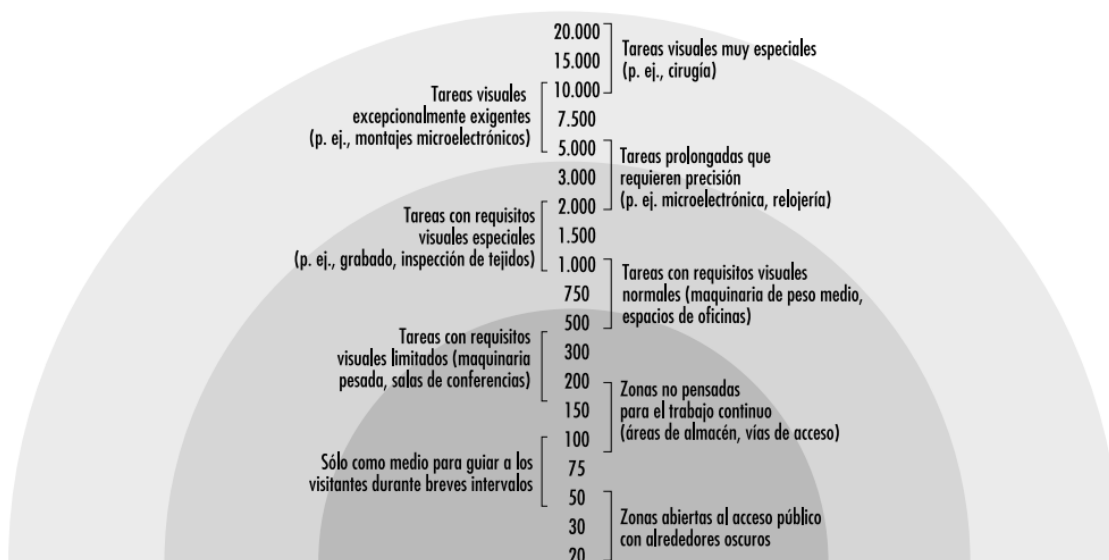


Ilustración 1. Niveles de iluminación en función de las tareas realizadas⁵

Según estas recomendaciones, se ha establecido un nivel de iluminación para cada uno de los espacios de nuestro establecimiento industrial.

⁵ Tabla extraída de un proveedor de luminarias

Estos niveles se resumen en la tabla siguiente:

Espacio	Luxes
Almacén	200
Sala del compresor	150
Baño	150
Despacho	500
Lavabo	150
Pasillo	150
Sala de reuniones	500
Vestuario	500
Zona de taller	1000

Tabla 5. Niveles de iluminación

Estos valores no serán exactos, puesto que están extraídos de una recomendación.

3.2 Luminarias

Una vez sabemos los niveles de iluminación que queremos para cada espacio y tarea de nuestro establecimiento, debemos elegir las luminarias a utilizar.

La elección de las luminarias se basará en la potencia de estas y el lugar de la instalación.

Para la zona de taller se han escogido luminarias colgantes y de gran potencia (400W) para poder tener la iluminación prevista en dicha zona de trabajo.

En la zona de oficinas se ha optado por colocar lámparas fluorescentes, teniendo en cuenta que las situadas en zonas húmedas o con riesgo de contacto con el agua, serán de tipo especial y preparadas para dichas zonas. Estas estarán previstas de mampara protectora.

3.3 Cálculo de la iluminación

Una vez establecidos, tanto el nivel de iluminación como las luminarias a utilizar, se procederá al cálculo del número de luminarias a instalar según el nivel de iluminación deseado y la superficie de la zona a iluminar.

Para realizar esta operación, nos hemos ayudado con el programa Relux.

Este programa realiza el cálculo según el número de luminarias o el nivel de iluminación deseado, entrando como parámetros iniciales, la luminaria utilizada, las características del espacio a iluminar y el factor de mantenimiento.

El factor de mantenimiento (fm) es un factor que se aplica al cálculo teniendo en cuenta el tipo de luminaria, cerrada o abierta, y la polución en el ambiente. En la tabla que se muestra a continuación, se ven los valores a aplicar según los parámetros anteriormente descritos.

CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA	POLUCION DEL AMBIENTE	COEFICIENTE DE MANTENIMIENTO
Cerrada	Reducida	90%
	Moderada	80%
	Importante	70%
Abierta	Reducida	80%
	Moderada	70%
	Importante	60%

Tabla 6. Coeficientes de factor de mantenimiento

Los resultados obtenidos con Relux se muestran en el anexo I de esta memoria.

A modo de resumen, se muestra también, una tabla con los mismos resultados obtenidos del estudio de iluminación realizado en este apartado.

Espacio	Ilum. recomendada (lx)	fm	Ilum. obtenida (lx)	Número luminarias
Almacén	200	0,6	235	2
Sala del compresor	150	0,7	167	2
Baño	150	0,8	136	3
Despacho	500	0,7	440	4
Lavabo	150	0,8	140	2
Pasillo	150	0,7	202	3
Sala de reuniones	500	0,7	472	2
Vestuario	500	0,8	553	11
Zona de taller	1000	0,7	911	77

Tabla 7. Resultados estudio de iluminación

4 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Con tal de cumplir con la normativa vigente de seguridad contra incendios, se realizará un estudio y cálculo de las instalaciones y protecciones contra incendios necesarias.

Para ello lo primero que debemos hacer es caracterizar nuestro establecimiento según su configuración y ubicación con relación a su entorno y por su nivel de riesgo intrínseco.

4.1 Caracterización del establecimiento

Según el *Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales*, aprobado según el *Real Decreto 2267/2004*, de 3 de diciembre, nuestro edificio, en relación a su entorno, se trata de un establecimiento del tipo C con un nivel de riesgo intrínseco BAJO 2.

Además, todo nuestro edificio compone un único sector de incendios.

En el estudio realizado en el anexo II, adjunto a la memoria, se justifican, mediante los cálculos y normas correspondientes, dichas caracterizaciones.

4.2 Requisitos constructivos del establecimiento industrial

En este punto se estudiará la protección pasiva contra incendios.

La protección pasiva contra incendios tiene como función prevenir la aparición de un incendio, impedir o retrasar su propagación y facilitar tanto la extinción del incendio como la evacuación.

A continuación, describiremos las condiciones y requisitos constructivos y edificatorios que debe cumplir nuestro establecimiento industrial en relación con su seguridad contra incendios, así como la normativa a aplicar. Dichas condiciones y requisitos dependerán principalmente de la relación entre la configuración del edificio donde se encuentra el sector, la superficie del sector y el nivel de riesgo intrínseco del sector.

4.2.1 Ubicaciones no permitidas de sectores de incendio con actividad industrial

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

- a) De riesgo intrínseco alto, en configuraciones de tipo A, según el anexo I.
- b) De riesgo intrínseco medio, en planta bajo rasante, en configuraciones de tipo A, según el anexo I.
- c) De riesgo intrínseco medio, en configuraciones de tipo A, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a 5 m.
- d) De riesgo intrínseco medio o bajo, en planta sobre rasante cuya altura de evacuación sea superior a 15 m, en configuraciones de tipo A, según el anexo I.
- e) De riesgo intrínseco alto, cuando la altura de evacuación del sector en sentido descendente sea superior a 15 m, en configuración de tipo B, según el anexo I.
- f) De riesgo intrínseco medio o alto, en configuraciones de tipo B, cuando la longitud de su fachada accesible sea inferior a 5m.
- g) De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C, según el anexo I.
- h) De riesgo intrínseco alto A-8, en configuraciones de tipo B, según el anexo I.
- ij) De riesgo intrínseco medio o alto, a menos de 25 m de masa forestal, con franja perimetral permanentemente libre de vegetación baja arbustiva.”⁶

Según nuestro nivel de riesgo intrínseco (bajo), se nos permite, como cita dicho apartado del RSCIEI, la ubicación de sectores de incendio en nuestro establecimiento industrial.

⁶ Apartado 1 del anexo II. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, aprobado según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

4.2.2 Sectorización de los establecimientos industriales

Según el RSCIEI, " *Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo A, tipo B o tipo C, o constituirá un área de incendio cuando adopte las configuraciones de tipo D o tipo E*" ⁷.

Además, se tendrá en cuenta la máxima superficie construida admisible de cada sector o área de incendio, en nuestro caso un único sector, según los valores de la tabla del RSCIEI que se muestra a continuación.

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 8. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

NOTAS DE LA TABLA:

(1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m², que puede incrementarse por aplicación de las notas (2) y (3).

(2) Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50 por ciento de su perímetro, las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 1,25.

⁷ Apartado 2 del anexo II. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, aprobado según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

(3) Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este reglamento (anexo III), las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 2.

(Las notas (2) y (3) pueden aplicarse simultáneamente).

(4) En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

(5) Para establecimientos industriales de tipo B, de riesgo intrínseco BAJO 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m².

Como queda reflejado en la tabla 8, nuestro establecimiento industrial constituye un único sector de incendio, cumpliendo así con el RSCIEI.

Además, hay que tener en cuenta que en dicho sector, sabiendo su superficie, 1735.58m², justificada en el apartado 6 de la memoria, no se supera la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio, en este caso, 6000 m² para un establecimiento de configuración TIPO C y nivel BAJO 2 de riesgo intrínseco.

4.2.3 Materiales

El comportamiento frente al fuego de un material, viene determinado por las características y cualidades del mismo, conociéndose como reacción al fuego.

Es de gran importancia la elección de los materiales empleados en el acabado de obras, ya que de las características de los mismos dependerá en gran medida la iniciación del incendio, y su propagación inmediata en los comienzos del mismo.

En este apartado se establecen los requisitos que deben cumplir, en cuanto a reacción al fuego, los productos de revestimientos, los productos incluidos en paredes y cerramientos y otros productos.

Así, según el RSCIEI, las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la clasificación europea de acuerdo con la norma UNE-EN 13501-1+A1:2010⁸. Esta clasificación está basada en los procedimientos de ensayo enumerados en la misma norma y en los procedimientos del campo de aplicación correspondiente.

⁸ Norma Española UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.

Dicha clasificación europea está introducida en el RD 842/2013⁹ de 18 de marzo por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Además, este Real Decreto, incorpora Normas de ensayo traducidas de las correspondientes normas editadas por CEN (Comité Europeo de Normalización).

Para la clasificación de la reacción al fuego de los productos de construcción de nuestro establecimiento, se deberá seguir, por lo tanto, el procedimiento definido por la norma UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010.

4.2.4 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Primero definiremos elementos constructivos portantes como los siguientes elementos: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.

También definiremos, las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante, por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE¹⁰ de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE¹¹ de la Comisión.

Así, el RSCIEI, establece que *“La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse:*

- *Mediante la adopción de los valores que se establecen en este anexo II, apartado 4.1 o más favorable.*
- *Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.*

*4.1 La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la tabla 2.2.”*¹²

⁹ Real Decreto 842/2013, de 18 de marzo por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego

¹⁰ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 3 de mayo de 2000 por la que se aplica la Directiva 89/106/CEE del Consejo en lo que respecta a la clasificación de las propiedades de resistencia al fuego de los productos de construcción, las obras de construcción y los elementos de los mismos.

¹¹ DECISIÓN DE LA COMISIÓN de 27 de agosto de 2003 que modifica la Decisión 2000/367/CE que establece un sistema de clasificación de las propiedades de resistencia al fuego de los productos de construcción, en lo que respecta la inclusión de productos para el control de calor y humo.

¹² Apartado 4 del anexo II. Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales, aprobado según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre.

La tabla 2.2 del apartado 4 anexo II del RSCIEI, se muestra a continuación.

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

Tabla 9. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

No será de aplicación la clase de resistencia al fuego conforme a la norma UNE 23093¹³, que figura entre paréntesis en la tabla 9.

Por lo tanto, los elementos estructurales portantes de nuestro establecimiento deben adoptar el siguiente valor, R 30 (EF-30), según la tabla anterior del RSCIEI, con tal de justificar la estabilidad al fuego de la estructura.

Según el RSCIEI, la justificación de que un elemento constructivo portante alcanza el valor de estabilidad al fuego exigido se acreditará:

- a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, en su caso.
- b) Mediante marca de conformidad, con normas UNE o certificado de conformidad, con las especificaciones técnicas indicadas en el mismo reglamento.
Las marcas de conformidad, certificados de conformidad y ensayos de tipo serán emitidos por un organismo de control que cumpla las exigencias del Real Decreto 2200/1995¹⁴, de 28 de diciembre.
- c) Por aplicación de un método de cálculo teórico-experimental de reconocido prestigio.”

¹³ Norma UNE 23093:1998 Ensayos de resistencia al fuego. Anulada por la norma UNE-EN 1363:2000.

¹⁴ Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial. Actualmente se aplicará el Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Infraestructura para la calidad y seguridad industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

4.2.5 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

Se consideran elementos constructivos de cerramiento aquellos que constituyen la envoltura del espacio edificado, como puede ser la fachada.

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

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

Así, la fachada de nuestro establecimiento industrial, tendrá una capacidad portante R, una integridad al paso de llamas y gases calientes E y un aislamiento térmico I.

Según el RSCIEI, la justificación de que un elemento constructivo de cerramiento alcanza el valor de resistencia al fuego exigido se acreditará:

- a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, o en la normativa de aplicación en su caso.
- b) Mediante marca de conformidad con normas UNE o certificado de conformidad o ensayo de tipo con las normas y especificaciones técnicas indicadas en el anexo IV del mismo reglamento.

4.2.6 Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, el RSCIEI dictamina que se debe determinar la ocupación de dicho establecimiento.

4.2.6.1 Ocupación de nuestro establecimiento industrial

La determinación de la ocupación, P , de nuestro establecimiento industrial, se deducirá, según el RSCIEI, de las siguientes expresiones:

$P = 1.10 p$	cuando $p < 100$
$P = 110 + 1.05 (p - 100)$	cuando $100 < p < 200$
$P = 215 + 1.03 (p - 200)$	cuando $200 < p < 500$
$P = 524 + 1.01 (p - 500)$	cuando $p > 500$

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

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

Así pues, para nuestro establecimiento, ocupado por 13 personas, tal y como se justifica en el apartado 7 de esta memoria, la ocupación será:

$$P = 1.10 \cdot 13 = 14.3 \text{ personas}$$

Que redondeando al entero inmediatamente superior, queda nuestro establecimiento con una ocupación de 15 personas para aplicar las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales.

4.2.6.2 Condiciones a satisfacer para realizar la evacuación de nuestro establecimiento

Para realizar la evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C, como es nuestro caso, según el anexo I del RSCIEI, debe satisfacer las condiciones siguientes:

- 1) Elementos de evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y

pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el Anejo SI A del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio" (SI)¹⁵.

Dichas definiciones las mostramos a continuación:

· 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 las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.

Los puntos ocupables de todos los locales de riesgo especial y los de las zonas de ocupación nula cuya superficie exceda de 50 m², se consideran origen de evacuación y deben cumplir los límites que se establecen para la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de dichos espacios, cuando se trate de zonas de riesgo especial, y, en todo caso, hasta las salidas de planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio o el número de ocupantes.

· Recorridos 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. Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación.

La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos. No se consideran válidos los recorridos por escaleras mecánicas, ni aquellos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso. Los recorridos por rampas y pasillos móviles se consideran válidos cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada que pueda activarse bien manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma.

Los recorridos que tengan su origen en zonas habitables o de uso Aparcamiento no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2. Los recorridos desde zonas habitables sí pueden atravesar las de uso Aparcamiento cuando sean recorridos alternativos a otros no afectados por dicha circunstancia.

Excepto en el caso de los aparcamientos, de las zonas de ocupación nula y de las zonas ocupadas únicamente por personal de mantenimiento o de control de servicios, no se consideran válidos los recorridos de evacuación que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura mayor que 4 m.

· Altura de evacuación. Máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda. A efectos de determinar la altura de evacuación

¹⁵ Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio, aprobado según el Real Decreto 314/2006, teniendo éste posteriores modificaciones que no afectan a nuestro caso.

de un edificio no se consideran las plantas en las que únicamente existan zonas de ocupación nula.

· Salida de edificio: Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. En el caso de establecimientos situados en áreas consolidadas y cuya ocupación no exceda de 500 personas puede admitirse como salida de edificio aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos recorridos alternativo que no excedan de 50 m hasta dos espacios exteriores seguros.

No se muestran definiciones como ascensores, escaleras mecánicas, etc. ya que no existen en nuestro establecimiento.

Además tampoco tendremos altura de evacuación, ya que disponemos solo de planta baja.

En el plano 4 se pueden ver los elementos de evacuación anteriormente descritos, que se disponen en nuestro establecimiento.

- 2) Número y disposición de las salidas: 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).

Parte de dicha tabla se muestra a continuación.

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	<p>No se admite en <i>uso Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m².</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta una <i>salida de planta</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta, incluso de <i>uso Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al <i>espacio exterior seguro</i> y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i> ⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.</p>

Tabla 10. Número y disposición de las salidas

En nuestro establecimiento dispondremos de una única salida de recinto, al cumplir todas las condiciones de esta tabla.

Una de esas condiciones es la longitud de los recorridos de evacuación. En el plano 4, adjunto a esta memoria, se puede ver el recorrido de nuestro establecimiento.

3) Disposición de escaleras y aparatos elevadores:

En este caso, al ser nuestro establecimiento de planta única, a la altura del suelo, no se disponen de escaleras ni aparatos elevadores.

4) Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: de acuerdo con el apartado 4, Dimensionado de los medios de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio" (SI):

Según el apartado 4 mencionado anteriormente, para el dimensionado de los medios de evacuación, se seguirán los criterios para la asignación de los ocupantes siguientes:

- a) Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- b) A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
- c) En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

El cálculo del dimensionamiento de los medios de evacuación, debe realizarse conforme a lo que se indica en la siguiente tabla, extraída del apartado 4 de la sección SI 3 del Documento Básico del CTE.

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁹⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s$ ⁽⁹⁾
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600$ ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A \geq P / 480$ ⁽¹⁰⁾

A = Anchura del elemento, [m]
A_s = Anchura de la *escalera protegida* en su desembarco en la planta de salida del edificio, [m]
h = Altura de evacuación ascendente, [m]
P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.
E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;
S = Superficie útil del recinto, o bien de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

Tabla 11. Dimensionado de los elementos de la evacuación

NOTAS DE LA TABLA:

- (1) La anchura de cálculo de una puerta de salida del recinto de una escalera protegida a planta de salida del edificio debe ser al menos igual al 80% de la anchura de cálculo de la escalera.
- (2) En uso hospitalario $A \geq 1,05$ m, incluso en puertas de habitación.
- (3) En uso hospitalario $A \geq 2,20$ m ($\geq 2,10$ m en el paso a través de puertas).
- (4) En establecimientos de uso Comercial, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:
 - a) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m²:
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos: entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 4,00$ m. en otros pasillos: $A \geq 1,80$ m.
 - si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,40$ m.
 - b) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m²:
 - si está previsto el uso de carros para transporte de productos: entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 3,00$ m. en otros pasillos: $A \geq 1,40$ m.
- (5) si no está previsto el uso de carros para transporte de productos: $A \geq 1,20$ m.
La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.
- (6) Anchura determinada por las proyecciones verticales más próximas de dos filas consecutivas, incluidas las mesas, tableros u otros elementos auxiliares que puedan existir. Los asientos abatibles que se coloquen automáticamente en posición elevada pueden considerarse en dicha posición.

- (7) No se limita el número de asientos, pero queda condicionado por la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida del recinto.
- (8) Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de recintos cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.
- (9) La anchura mínima es la que se establece en DB SUA 1-4.2.2, tabla 4.1.
- (10) Cuando la evacuación de estas zonas conduzca a espacios interiores, los elementos de evacuación en dichos espacios se dimensionarán como elementos interiores, excepto cuando sean escaleras o pasillos protegidos que únicamente sirvan a la evacuación de las zonas al aire libre y conduzcan directamente a salidas de edificio, o bien cuando transcurran por un espacio con una seguridad equivalente a la de un sector de riesgo mínimo (p. ej. estadios deportivos) en cuyo caso se puede mantener el dimensionamiento aplicado en las zonas al aire libre.

A continuación, mostramos una tabla de resultados del dimensionado de los elementos de la evacuación de nuestro establecimiento, según el criterio de la tabla anterior.

Elementos de evacuación	Dimensionado (m)
Puertas y pasos	1
Pasillos y rampas	1
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc	No se dispone
Escaleras no protegidas	No se dispone
Escaleras protegidas	No se dispone
En zonas al aire libre	No se dispone

Tabla 12. Resultados dimensionamiento elementos de evacuación

- 5) Características de las puertas: de acuerdo con el apartado 6, Puertas situadas en recorridos de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio" (SI):

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso Residencial Vivienda o de 100 personas en los demás casos, o bien.
- prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada. Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes

establecidos en el apartado 4.1 de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE (SI).

Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 40 N. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

Para nuestro establecimiento, tendremos una puerta abatible con eje de giro vertical y sistema de cierre, con una anchura de 1 m.

- 6) Características de los pasillos, escaleras y rampas: deben cumplir las condiciones de seguridad de utilización dispuestas en el Documento Básico del CTE "Seguridad de utilización" (SU).

En nuestro establecimiento no se dispone de escaleras ni rampas, por lo tanto solo el pasillo de la zona de oficinas debe cumplir con las condiciones de seguridad.

Estas condiciones corresponden al dimensionamiento del pasillo, calculado anteriormente (véase tabla 8).

- 7) Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos:

En nuestro establecimiento no se dispone de pasillos y escaleras protegidos o vestíbulos previos.

- 8) Señalización e iluminación: de acuerdo con el apartado 7, Señalización de los medios de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE "Seguridad en caso de incendio" (SI):

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988¹⁶, conforme a los siguientes criterios:

¹⁶ Norma UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE (SI).
- g) Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo “ZONA DE REFUGIO”.
- h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo “ZONA DE REFUGIO” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003¹⁷.

La distribución de la señalización y alumbrado de emergencia, se puede ver en el plano 5 adjunto a esta memoria.

¹⁷ Norma UNE 23035:2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente.

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

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

Se tendrá en cuenta que la ventilación de nuestro establecimiento será natural, ya que como indica el RSCIEI, la ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.

Por lo tanto, al no tener impedimentos que dificulten la ventilación natural, ésta será la utilizada en nuestro establecimiento.

4.2.7.1 Sistema de evacuación de humos

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

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

Para naves de menor superficie, se podrán aplicar valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos.

Por "Superficie aerodinámica" se entiende, según se define en la norma UNE 23 585¹⁸, a la resultante de multiplicar la superficie neta del hueco practicado, en la cubierta o tabique, por un "coeficiente de descarga" (Siempre menor de 1,00, debido a las pérdidas por los mecanismos, lamas, compuerta, etc.), que debe facilitar el fabricante.

Los valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos a aplicar son los siguientes:

- a) Los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
 - Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ o fracción.

¹⁸ Norma UNE 23 585. Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.

- Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2 / 200 \text{ m}^2$, o fracción.
- b) Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si:
 - Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}^2$, o fracción.
 - Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2 / 150 \text{ m}^2$, o fracción.

Al no cumplir ninguna de las condiciones anteriormente descritas, nuestro establecimiento no dispondrá de sistema de evacuación de humos.

4.2.7.2 Sistemas de control de humos y calor

El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-23 585. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.

Según dicha norma, se deberá instalar un sistema de control de humos de incendio, para garantizar la evacuación de los ocupantes, en los establecimientos de Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1.000 personas

O bien, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y las plantas que constituyan un sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas

Nuestro establecimiento no dispondrá de sistema de control de humos y calor.

4.2.8 Almacenamientos

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

- 1) Sistema de almacenaje autoportante. Soportan, además de la mercancía almacenada, los cerramientos de fachada y la cubierta, y actúan como una estructura de cubierta.
- 2) Sistema de almacenaje independiente. Solamente soportan la mercancía almacenada y son elementos estructurales desmontables e independientes de la estructura de cubierta.

- 3) Sistema de almacenaje automático. Las unidades de carga que se almacenan se transportan y elevan mediante una operativa automática, sin presencia de personas en el almacén.
- 4) Sistema de almacenaje manual. Las unidades de carga que se almacenan se transportan y elevan mediante operativa manual, con presencia de personas en el almacén.

En nuestro establecimiento disponemos de sistemas de almacenaje independiente.

Este sistema de almacenaje, en nuestro caso, estanterías metálicas operadas manualmente, debe cumplir, según el RSCIEI, una serie de requisitos:

- a) En el caso de disponer de sistema de rociadores automáticos, respetar las holguras para el buen funcionamiento del sistema de extinción.
- b) Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado.
- c) Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación deberán tener una anchura libre igual o mayor que 1 m.
- d) Los pasos transversales entre estanterías deberán estar distanciados entre sí en longitudes máximas de 10 m para almacenaje manual y 20 m para almacenaje mecanizado, longitudes que podrán duplicarse si la ocupación en la zona de almacén es inferior a 25 personas. El ancho de los pasos será igual al especificado en el párrafo c).

4.2.9 Instalaciones técnicas de servicios de los establecimientos industriales

Como indica el RSCIEI, las instalaciones de los servicios eléctricos (incluyendo generación propia, distribución, toma, cesión y consumo de energía eléctrica), las instalaciones de energía térmica procedente de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (incluyendo almacenamiento y distribución del combustible, aparatos o equipos de consumo y acondicionamiento térmico), las instalaciones frigoríficas, las instalaciones de empleo de energía mecánica (incluyendo generación, almacenamiento, distribución y aparatos o equipos de consumo de aire comprimido) y las instalaciones de movimiento de materiales, manutención y elevadores de los establecimientos industriales cumplirán los requisitos establecidos por los reglamentos vigentes que específicamente las afectan.

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

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

El cálculo de la instalación eléctrica, está realizado en el punto 5 de esta memoria.

4.2.10 Riesgo de fuego forestal

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

En nuestro caso, el establecimiento industrial no se encuentra situado en terrenos colindantes con un bosque, por lo tanto, no se tendrá en cuenta el riesgo de fuego forestal.

4.3 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales

En este punto se estudiará la protección activa contra incendios.

La Protección Activa Contra Incendios tiene como función específica la detección, control y extinción del incendio, a través de una lucha directa contra el mismo, y por tanto facilitar la evacuación.

Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993¹⁹, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998²⁰, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el apartado anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y disposiciones que lo complementan.

¹⁹ Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre por el cual se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

²⁰ Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993.

4.3.1 Sistemas automáticos de detección de incendios

Estos sistemas permiten detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas.

Según el RSCIEI, se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

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

- b) Actividades de almacenamiento si:

Estas no se tendrán en cuenta puesto que nuestra actividad es del tipo descrito en el apartado a).

Al no cumplir ninguna de las condiciones descritas en dicho apartado, nuestro establecimiento no estará dotado de sistemas automáticos de detección de incendios.

4.3.2 Sistemas manuales de alarma de incendio

Estos sistemas están constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán transmitir voluntariamente por los ocupantes del sector, una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

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

- a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:
 - 1) Su superficie total construida es de 1.000 m² o superior o
 - 2) No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 4.3.1 de esta memoria.

b) Actividades de almacenamiento si:

Estas no se tendrán en cuenta puesto que nuestra actividad es del tipo descrito en el apartado a).

Al ser nuestro establecimiento mayor de 1.000m², se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio. Habrá 4 pulsadores de alarma contra incendios en nuestro establecimiento.

Para realizar dicha instalación según marca el RSCIEI, se situará un pulsador de alarma de incendio junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

Además los pulsadores se instalarán a una altura del suelo de 1m, cumpliendo con la norma UNE 23007:2014²¹.

Se puede observar la distribución de los pulsadores en el plano 5 adjunto a esta memoria.

Cabe destacar que la instalación de este sistema la realizará una empresa competente, al tener que instalar sistemas especiales como puede ser la centralita de detección

4.3.3 Sistemas de comunicación de alarma

Estos sistemas permiten emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio. Puede estar integrada junto con el sistema automático de detección de incendios en un mismo sistema.

Como se indica en el RSCIEI, se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m² o superior.

Puesto que nuestro establecimiento no cumple con la condición descrita, no se instalarán sistemas de comunicación de alarma.

4.3.4 Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

Según el RSCIEI, se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios ("red de agua contra incendios"), si:

²¹ Norma UNE 23007:2014. Sistemas de detección y alarma de incendios.

- a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 del RSCIEI.
- 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 nuestro caso no se instalarán sistemas de abastecimiento de agua contra incendios al no cumplir ninguna de las condiciones anteriormente descritas.

4.3.5 Sistemas de hidrantes exteriores

Estos son sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal debidamente formado.

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores, según el RSCIEI, si:

- a) Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 del RSCIEI.
- 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 13. Hidrantes exteriores en función de la configuración de la zona, su superficie construida y su nivel de riesgo intrínseco

Como podemos comprobar en la tabla, según nuestra configuración de la zona de incendio, superficie y riesgo intrínseco, en nuestro establecimiento, no es necesaria la instalación de sistemas de hidrantes exteriores.

4.3.6 Extintores de incendio

Como indica el RSCIEI, se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

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

Dicha tabla se muestra a continuación.

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

Tabla 14. Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego

Siendo: *** Muy adecuado; ** Adecuado; * Aceptable

NOTAS DE LA TABLA:

- (1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse **
(2) 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 2:1994²²

En nuestro caso instalaremos extintores de agua pulverizada.

Si la clase de fuego del sector de incendio es A o B, se determinará la dotación de extintores del sector de incendio de acuerdo con la tabla 15, que se muestra a continuación.

²² UNE-EN 2:1994. Clases de fuego.

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 15. Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles de clase A

Según la tabla anterior, instalaremos en nuestro establecimiento un total de 7 extintores de eficacia mínima 21 A, teniendo en cuenta que la superficie de nuestro establecimiento es de 1735.58 m².

Hay que tener en cuenta que no se permite el empleo de agentes extintores conductores de la electricidad sobre fuegos que se desarrollan en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizará con extintores de dióxido de carbono, o polvo seco BC o ABC, cuya carga se determinará según el tamaño del objeto protegido con un valor mínimo de cinco kg de dióxido de carbono y seis kg de polvo seco BC o ABC.

Por lo tanto, de los 7 extintores instalados en nuestro establecimiento, los más cercanos a cuadros eléctricos serán de dióxido de carbono, en este caso 3.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

Dichos extintores, sus características y especificaciones se ajustarán al “Reglamento de Aparatos a Presión” y a su instrucción técnica complementaria MIE-AP5.

Asimismo los recipientes de los extintores de incendio deberán cumplir con los requisitos establecidos por el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobado por el RD 2060/2008²³.

La situación de dichos extintores se puede ver en el plano 5.

4.3.7 Sistemas de bocas de incendio equipadas

Se instalarán, según el RSCIEI, sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

- a) Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- b) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m² o superior.
- d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.
- e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- f) Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m² o superior.

Según las condiciones anteriormente descritas, no se instalará ningún sistema de bocas de incendio equipadas en nuestro establecimiento industrial.

4.3.8 Sistemas de columna seca

Como indica el RSCIEI, 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 15m o superior.

Por lo tanto, al ser nuestro establecimiento de riesgo intrínseco bajo, no se instalará ningún sistema de columna seca.

²³ Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.

4.3.9 Sistemas de rociadores automáticos de agua

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

- a) Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:
 - 1) Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
 - 2) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m² o superior.
 - 3) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.
 - 4) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m² o superior.
 - 5) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

- b) Actividades de almacenamiento si:

Estas no se tendrán en cuenta puesto que nuestra actividad es del tipo descrito en el apartado a).

Tal y como indican las condiciones del apartado a), no es necesaria la instalación de sistemas de rociadores automáticos de agua.

4.3.10 Sistemas de agua pulverizada

Según el RSCIEI, 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 del RSCIEI).

Tal y como se indica anteriormente, en nuestro establecimiento no será necesario instalar sistemas de agua pulverizada.

4.3.11 Sistemas de espuma física

Como se indica en el RSCIEI, se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 del mismo RSCIEI) 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.

Según lo establecido anteriormente, no será necesaria la instalación de sistemas de espuma física.

4.3.12 Sistemas de extinción por polvo

Tal y como especifica el RSCIEI, 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 del RSCIEI).

Por lo descrito anteriormente, no es necesario instalar sistemas de extinción por polvo en nuestro establecimiento.

4.3.13 Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos

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

- a) Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 del mismo RSCIEI).
- b) Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

Teniendo en cuenta las especificaciones anteriores, no se instalará en nuestro establecimiento sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.

4.3.14 Sistemas de alumbrado de emergencia

Con lo establecido en el RSCIEI, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

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

Además, contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

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

Siguiendo las condiciones del RSCIEI, nuestro establecimiento industrial no estará dotado de ningún sistema de alumbrado de emergencia.

4.3.15 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 485/1997²⁴, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Los medios de utilización contra incendios se señalarán mediante carteles fluorescentes. En cambio las señalizaciones de las salidas de uso habitual o de emergencia, se realizarán por medio de luminarias fabricadas para dicha función

Las señalizaciones de salidas se pueden ver en el plano 5 adjunto a esta memoria.

²⁴ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

4.4 Resumen de los elementos de protección contra incendios instalados

A continuación se muestra una tabla con los elementos de protección contra incendios instalados en nuestro establecimiento industrial.

Requisitos de protección contra incendios	SI	NO NECESARIO
Sistemas automáticos de detección de incendios		X
Sistemas manuales de alarma de incendio	X	
Sistemas de comunicación de alarma		X
Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios		X
Sistemas de hidrantes exteriores		X
Extintores de incendio	X	
Sistemas de bocas de incendio equipadas		X
Sistemas de columna seca		X
Sistemas de rociadores automáticos de agua		X
Sistemas de agua pulverizada		X
Sistemas de espuma física		X
Sistemas de extinción por polvo		X
Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos		X
Sistemas de alumbrado de emergencia		X
Señalización	X	

Tabla 16. Elementos de protección contra incendios instalados

5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado se estudiará toda la instalación eléctrica, tanto la parte de potencia como la iluminación.

Los cálculos correspondientes a este punto, los podremos consultar en el anexo III adjunto a esta memoria.

Se tiene que tener en cuenta, que al ser un suministro para un único usuario, la instalación queda resumida de la siguiente manera, según la ITC-BT-12 del REBT.

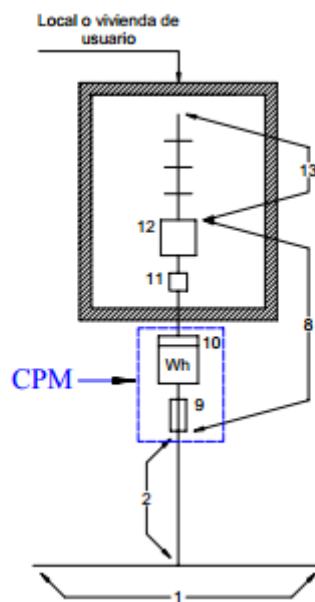


Ilustración 2. Esquema para un solo usuario

Siendo:

- 1) Red de distribución
- 2) Acometida
- 8) Derivación Individual
- 9) Fusible de seguridad
- 10) Contador
- 11) Caja para interruptor de control de potencia
- 12) Dispositivos generales de mando y protección
- 13) Instalación interior

5.1 Aspectos generales

5.1.1 Documentación de la instalación

Se precisa proyecto para realizar nuestra instalación, de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-04 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado según el Real Decreto 842/2002. Dicha Instrucción Técnica Complementaria (ITC) nos indica que para las nuevas instalaciones correspondientes a industrias en general y que superen los 20kW de potencia, se precisará de proyecto para realizar la instalación.

5.1.2 Inspecciones de la instalación

Algunas instalaciones eléctricas en baja tensión deben ser objeto de inspección por un organismo de control, a fin de asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento reglamentario a lo largo de la vida de dichas instalaciones.

Estas inspecciones deben ser iniciales y periódicas.

En nuestro caso, y según la ITC-BT-05 del REBT, será objeto de inspección inicial nuestra instalación, al precisar ésta de proyecto y superar los 100kW instalados.

Además, según la misma ITC-BT anterior, será objeto también de inspecciones periódicas, al haber precisado de inspección inicial.

5.2 Previsión de cargas

Para la realización de la previsión de cargas se tendrán en cuenta tanto las cargas referentes a la fuerza, como las cargas de iluminación.

Para la previsión de fuerza, nos hemos basado en la maquinaria necesaria para la industria y facilitada por Amfora SL, titular de la actividad.

Para el caso de la iluminación, se ha realizado la previsión de cargas según el estudio de iluminación del apartado 2 de esta memoria.

Además se han tenido en cuentas los correspondientes coeficientes de simultaneidad.

Así pues la carga total del establecimiento industrial es de 117,14kW.

Esta potencia se puede ver desglosada en el punto 2 del anexo III.

5.3 Puesta a tierra

Se realizará la instalación de puesta a tierra de nuestro establecimiento.

Esta constará de un electrodo formado por un conductor desnudo enterrado de 6m de longitud reforzado con 1 piqueta vertical de 2m de longitud. Consiguiendo así una resistencia de puesta a tierra de 55Ω .

Con dicha resistencia se conseguirá una tensión de contacto máxima de 16.5V, cumpliendo así con lo establecido en la ITC-BT-18 del REBT, en la que se dice que la resistencia de tierra no puede dar lugar a tensiones de contacto superiores a 50V en caso de local o emplazamiento no conductor, como es el nuestro.

Los cálculos justificativos de la instalación se pueden ver en el punto 3 del anexo III adjunto a esta memoria, además se puede consultar el plano 6.

5.4 Compensación de energía reactiva

Definiremos potencia reactiva como la potencia consumida por los motores, transformadores y todos los dispositivos o aparatos eléctricos que poseen algún tipo de bobina para crear un campo electromagnético. Esta potencia reactiva no produce ningún trabajo útil y perjudica la transmisión de la energía a través de las líneas de distribución eléctrica

Debido a tener algunos de nuestros receptores que consumen energía reactiva, se pueden derivar efectos no deseados, tales como:

- Sobrecarga del transformador
- Caídas de tensión al principio de la línea
- Calentamiento de los cables de alimentación y pérdida de energía activa
- Recargos en la facturación eléctrica

Para evitar estos efectos, se instalará una batería de condensadores.

Esta batería será estándar automática, con una potencia de 35kVAr/400V.

Con esta batería se pretende mejorar el factor de potencia de 0.85 a 0.95.

La ficha técnica con las características de una batería de condensadores, que cumple las características especificadas, se puede consultar en el anexo V de esta memoria, en este caso es un batería de la serie Pared de Siemens.

5.5 Centro de transformación

Para poder subministrar la potencia solicitada, la empresa distribuidora instalará un Centro de Transformación.

Dicha instalación la realizará la empresa distribuidora, haciéndose cargo de ella el titular del establecimiento.

En todo caso la empresa está obligada a ceder a la distribuidora eléctrica, un local donde ubicar el centro de transformación, tal y como indica el Real Decreto 1955/2000²⁵.

“Cuando se trate de suministros en suelo urbano con la condición de solar, incluidos los suministros de alumbrado público, y la potencia solicitada para un local, edificio o agrupación de éstos sea superior a 100 kW, o cuando la potencia solicitada de un nuevo suministro o ampliación de uno existente sea superior a esa cifra, el solicitante deberá reservar un local, para su posterior uso por la empresa distribuidora, de acuerdo con las condiciones técnicas reglamentarias y con las normas técnicas establecidas por la empresa distribuidora y aprobadas por la Administración competente, cerrado y adaptado, con fácil acceso desde la vía pública, para la ubicación de un centro de transformación cuya situación corresponda a las características de la red de suministro aérea o subterránea y destinado exclusivamente a la finalidad prevista.”

En nuestro caso el local estará situado en la parcela correspondiente al titular, pero fuera del propio edificio industrial. Este local tendrá acceso directo desde la vía pública.

La empresa distribuidora, cuando haga uso del mencionado local deberá abonar al propietario una compensación «C», cuyo cálculo se puede consultar en el mismo RD 1955/2000.

El centro de transformación será de 160kVA de potencia, según el cálculo realizado en el apartado 5.1 anexo III de esta memoria y los transformadores normalizados del mercado.

²⁵ 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. Se tendrán en cuenta las modificaciones sufridas por este.

5.6 Intensidad de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito está calculada en el apartado 5.2 del anexo 3 de esta memoria.

Se ha obtenido una intensidad de cortocircuito de 5.73kA, por lo tanto nuestros dispositivos de protección tendrán un poder de corte de 6kA.

5.7 Acometida

En este proyecto no se tendrá en cuenta el cálculo de la acometida, puesto que dicha instalación va a cargo de la empresa distribuidora.

5.8 Derivación Individual

La Derivación Individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario.

Cabe destacar que en nuestro caso no existe la línea general de alimentación, al ser una instalación para un único usuario, tal y como se establece en la ITC-BT-02 del REBT.

Por lo tanto, nuestra derivación individual, partirá des de la finalización de la acometida, justo a la entrada de nuestra Caja de Mando y Protección.

Nuestra derivación individual será trifásica y comprende esta misma Caja de Protección y medida y los dispositivos generales de mando y protección, agrupados estos últimos en el Cuadro General de Mando y Protección.

El recorrido de la DI se muestra en el plano 7.

5.8.1 Instalación

Nuestra instalación será de conductores en conductos sobre pared de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0.3 veces el diámetro del conductor de ella.

El tubo protector utilizado para nuestra derivación individual, será de tipo rígido y cumplirá las condiciones establecidas en el punto 2.3.3 de requisitos de los conductores en sistemas de cableado para locales con riesgo de incendio.

Dicho tubo tendrá un diámetro exterior de 63mm, para 4 conductores de 70mm² de sección, según indica la siguiente tabla, extraída de la ITC-BT-21, tubos y canales protectoras, del REBT.

Sección nominal de los 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
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 17. Diámetros exteriores mínimos de los tubos

5.8.2 Cables

El número de conductores será 4, al tener la derivación individual trifásica. Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. Además, estos deben ser de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada mínima de 450/750 V.

Los cables se instalarán de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Así pues, para cumplir con los requisitos establecidos anteriormente y los establecidos en protección contra incendios, el cable utilizado para nuestra derivación individual será el RZ1MZ1-K (AS) de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) unipolar.

En el anexo IV adjunto a esta memoria se puede consultar las características y referencia de un conductor que cumple con las condiciones correspondientes.

Además, para el cálculo de la sección de dicho conductor, se tendrá en cuenta la caída de tensión máxima admisible en este tramo, que según la ITC-BT-15 del REBT, es la siguiente:

- Para el caso de contadores concentrados en más de un lugar: 0,5%.
- Para el caso de contadores totalmente concentrados: 1%.
- Para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación: 1,5%.

En nuestro caso, al ser un único usuario, la caída de tensión máxima permitida en este tramo no será superior al 1.5%.

Este cálculo lo encontraremos justificado en el punto 5.3.2 del anexo III de esta memoria.

5.9 Caja de Protección y Medida (CPM)

La Caja de Protección y Medida se utiliza en el caso de que el suministro sea para un único usuario. En este caso se simplifican las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección (CGP) y la situación del equipo de medida, pasando a denominarse, Caja de Protección y Medida (CPM) al conjunto de ambos. Por tanto, no existe la Línea General de Alimentación y en consecuencia, el fusible de seguridad coincide con el fusible de la CGP.

La Caja de Protección y Medida, reúne bajo una misma envolvente, los fusibles generales de protección, el equipo de medida o contador y el dispositivo para discriminación horaria.

En nuestro caso, dicha caja tendrá un grado de protección IP 40 según UNE 20324²⁶ e IK09 según UNE-EN 50102 y será precintada. Esta se instalará en la fachada exterior, con libre y permanente acceso, en un nicho en pared con puerta metálica con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102²⁷ y colocada a 40 cm del suelo.

La ubicación de nuestra CPM se puede ver en el plano 7.

²⁶ UNE 20324:1993. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).

²⁷ Norma UNE-EN 50102. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

5.9.1 Fusibles generales de protección

Nuestros fusibles generales de protección o fusibles de seguridad estarán instalados en la Caja de Protección y Medida, como se ha especificado en el apartado anterior.

Se instalará un fusible por conductor, para proteger todas las fases. Para nuestra instalación se ha escogido el fusible AC-1 Clase gG CRADY de 200A de intensidad nominal y un poder de corte de 6kA.

5.9.2 Equipo de medida

El equipo de medida elegido, estará también instalado en la Caja de Protección y Medida.

Nuestro equipo de medida será un contador, capaz de medir la energía de cargas equilibradas o desequilibradas, no influirá el orden de sucesión de fases en la conexión del contador y se podrá conectar sin necesidad de manipulación interna, manteniendo la clase de precisión.

Cumplirá además, un grado de protección mínimo para instalaciones de tipo interior IP 40 según UNE 20324 e IK09 según UNE-EN 50102.

5.9.3 Dispositivo para discriminación horaria

En nuestro caso no se instalará dispositivo de discriminación horaria para poder acogernos a esta tarifa debido a que nuestro suministro es superior a los 15kW.

5.10 Cuadro General de Mando y Protección (CGMP)

El CGPM es el cuadro donde se encuentran los dispositivos de mando y protección. Este, también denominado cuadro de distribución, estará ubicado en la pared, al lado de la puerta de entrada, lo más cerca posible de la CPM.

La envolvente utilizada en el cuadro se ajusta a las normas UNE-EN 60670-1:2006²⁸ y UNE-EN 60439-3²⁹, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324³⁰ e IK07 según UNE-EN 50102³¹.

Los dispositivos generales de mando y protección que se instalarán en el cuadro serán los siguientes:

- Interruptor de Intensidad Regulable
- Interruptor General Automático
- Protección contra Sobretensiones
- Interruptor Diferencial
- Interruptores Magneto Térmicos

El cuadro instalado permitirá ampliar sus módulos, teniendo en cuenta la instalación de los pulsadores manuales de seguridad contra incendios y las posibles ampliaciones eléctricas de la industria.

5.10.1 Interruptor de Intensidad Regulable (IIR)

El Interruptor de Intensidad Regulable (IIR) se instalará en sustitución del ICP (Interruptor de Control de Potencia), al superar nuestra línea la intensidad de 63A, tal y como se indica en la Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Este interruptor lo instala la compañía suministradora y controla la potencia consumida por el cliente en cada momento, de tal forma que, cuando dicha potencia consumida supera la potencia contratada, entra en acción automáticamente cortando el suministro eléctrico y es necesario rearmarlo para reanudarlo.

²⁸ Norma UNE-EN 60670:2006. Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogo.

²⁹ Norma UNE-EN 60439. Conjuntos de aparamenta de baja tensión.

³⁰ Norma UNE 20324. Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). (CEI 529:1989).

³¹ Norma UNE-EN 50102. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

Nuestro interruptor será de 250A de intensidad nominal y un poder de corte de 6kA. Se regulará la intensidad nominal al 1, por lo tanto, tendrá una intensidad regulada de 250A.

Además tendrá una curva de protección tipo C.

5.10.2 Interruptor General Automático (IGA)

El interruptor general automático, es el dispositivo encargado de proteger nuestra instalación general de sobrecargas o cortocircuitos. Es independiente del IIR, así que no puede ser sustituido por este y estará ubicado en el CGMP, justo después del mismo IIR.

En nuestro caso se ha instalado un IGA de 250A de intensidad nominal, de curva C, con poder de corte de 6kA y 3 polos más neutro.

5.10.3 Protección contra sobretensiones

Los dispositivos de protección contra sobretensiones, son elementos diseñados para proteger los otros dispositivos contra picos de tensión.

Estos picos de tensión pueden ser permanentes o transitorios.

Se consideran transitorios aquellos impulsos de tensión de alto valor de pico y breve duración. En cambio, las sobretensiones permanentes, son aquellos picos de tensión que se mantienen en el tiempo varios periodos. Estos picos se consideran sobretensiones si superan el 110% de la tensión nominal.

En nuestro caso se instalará una protección contra sobretensiones permanentes. Dicho dispositivo estará ubicado en el CGMP y se tratará de una bobina de sobretensión permanente MSU. Esta estará asociada con el IGA, de modo que en caso de sobretensión permanente, la bobina provoca el disparo del interruptor asociado. Dicho disparo se efectuará en caso de superar la tensión de 440V.

5.10.4 Interruptor diferencial (ID)

El interruptor diferencial es un dispositivo destinado a proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y tierra de los elementos.

El ID consta de dos bobinas, colocadas en serie con los conductores de alimentación de corriente y que producen campos magnéticos opuestos y un núcleo o armadura que mediante un dispositivo mecánico adecuado puede accionar unos contactos.



En nuestro caso se instalarán varios interruptores diferenciales, uno para la línea del CGMP y uno para cada derivación, todos ellos ubicados en el CGMP.

Así, en el siguiente cuadro se pueden ver las características de cada uno de los ID instalados.

Interruptor diferencial	Líneas	Polos	IN (A)	Sensibilidad (mA)	Poder de corte (kA)
ID 1	DI	3P + N	200	30	6
ID 2	Línea 1	3P + N	80	30	6
ID 3	Línea 2	3P + N	50	30	6
ID 4	Línea 3	3P + N	50	30	6
ID 5	Línea 4	1P + N	32	30	6
ID 6	Línea 5	1P + N	1	30	6

Tabla 18. Interruptores diferenciales del CGMP

5.10.5 Interruptores Magneto Térmicos (PIAs)

Los PIAs (Pequeños interruptores automáticos), son interruptores magneto térmicos destinados a interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta supera ciertos valores máximos.

En nuestro caso se instalarán 5 de éstos dispositivos, uno para cada línea de derivación. Estarán ubicados en el CGMP.

A continuación mostramos una tabla donde se pueden ver las características de cada uno de los PIAs instalados.

PIAs	Líneas	Polos	IN (A)	Curva	Poder de corte (kA)
PIA 1	Línea 1	3P + N	80	D	6
PIA 2	Línea 2	3P + N	50	C	6
PIA 3	Línea 3	3P + N	50	C	6
PIA 4	Línea 4	1P + N	32	C	6
PIA 5	Línea 5	1P + N	1	C	6

Tabla 19. PIAs instalados en el CGMP

5.11 Instalación interior

Se denomina instalación interior a la comprendida entre el CGMP y los diferentes puntos de conexión.

Para nuestro establecimiento se ha ramificado el cuadro general en 5 líneas de derivación, cuatro de ellas destinadas a diferentes subcuadros y una para el alumbrado de emergencia.

El número de líneas puede ser ampliable según necesidades futuras.

Cada una de estas líneas cumplirá con los requisitos establecidos en el apartado 2.3 de esta memoria.

5.12 División en subcuadros

Como se ha comentado, el Cuadro General de Mando y Protección se ha dividido en 5 líneas. En la imagen que se muestra a continuación, queda reflejada esta división.

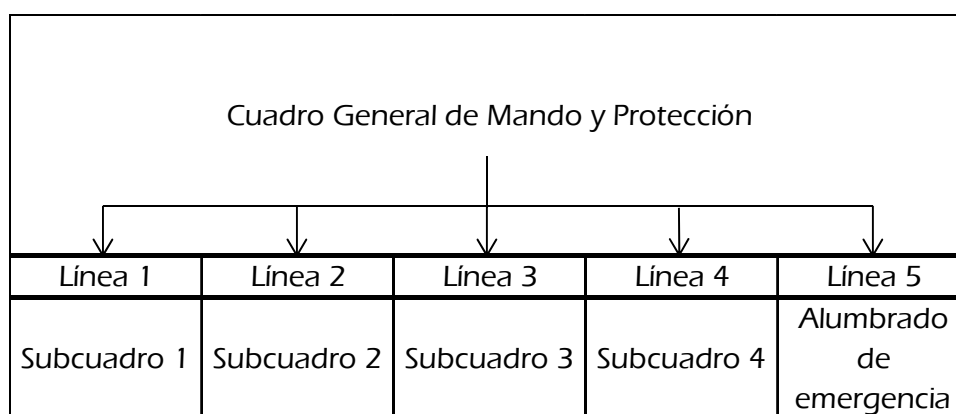


Ilustración 3. Derivaciones del CGMP

Para estas 5 líneas se utilizará el conductor RZ1MZ1-K (AS) unipolar, de cobre, armado con una corona de alambres de acero, adecuado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión (según ITC-BT 29 del REBT).

La instalación de dicho conductor se realizará por canales empotrados en el suelo, con separadores para que el hecho de que transcurran varios circuitos por la misma canal, no afecte a la intensidad máxima admisible del conductor.

En el plano 8 se muestran todos los cuadros eléctricos, tanto el cuadro general, como los diferentes subcuadros.

5.12.1 Líneas de derivación

Las secciones del conductor para cada una de las líneas están calculadas en el apartado 5.5.4 del anexo III. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de las secciones comentadas para cada una de las líneas y su respectiva longitud.

Línea	Longitud (m)	Sección (mm ²)
Línea 1	53	25
Línea 2	45	10
Línea 3	6,5	10
Línea 4	9	6
Línea 5	31	1,5

Tabla 20. Sección y longitud de las líneas de derivación

En el plano 8 se puede ver el recorrido de las canales por donde transcurrirán las líneas de derivación.

5.13 Subcuadro 1 (SC 1)

El subcuadro 1 distribuye la potencia a la maquinaria de la industria, así se deriva en 7 líneas de conexión.

La envolvente utilizada para el subcuadro se ajusta a las normas UNE-EN 60670-1:2006 y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

En el SC1 se instalarán todas las protecciones correspondientes a cada una de sus líneas de conexión además de un Interruptor Automático para todo el subcuadro.

Así, los elementos de protección que encontraremos en el SC1 serán:

- 1 Interruptor Automático (IA)
- 7 Interruptores Diferenciales
- 7 PIAs

El Interruptor Automático a instalar en el SC 1 será de 80A de intensidad nominal, curva D, 3 polos más neutro y un poder de corte de 6kA.

En la siguiente tabla se muestran los ID instalados para el SC 1:

Interruptor diferencial	Líneas	Polos	IN (A)	Sensibilidad (mA)	Poder de corte (kA)
ID 1	Línea 1.1	3P + N	16	30	6
ID 2	Línea 1.2	3P + N	16	30	6
ID 3	Línea 1.3	3P + N	16	30	6
ID 4	Línea 1.4	3P + N	16	30	6
ID 5	Línea 1.5	3P + N	10	30	6
ID 6	Línea 1.6	3P + N	10	30	6
ID 7	Línea 1.7	3P + N	10	30	6

Tabla 21. Interruptores Diferenciales del SC 1

Por último se adjunta una tabla con los Interruptores Magneto Térmicos (PIAs) instalados en el mismo SC1:

PIAs	Línea	Polos	IN (A)	Curva	Poder de corte (kA)
PIA 1	Línea 1.1	3P + N	16	D	6
PIA 2	Línea 1.2	3P + N	16	D	6
PIA 3	Línea 1.3	3P + N	16	D	6
PIA 4	Línea 1.4	3P + N	16	D	6
PIA 5	Línea 1.5	3P + N	10	D	6
PIA 6	Línea 1.6	3P + N	10	D	6
PIA 7	Línea 1.7	3P + N	10	D	6

Tabla 22. PIAs instalados en el SC 1

5.13.1 Líneas de conexión del SC 1

Para las líneas de conexión del SC 1 se utilizará el mismo conductor RZ1MZ1-K (AS) unipolar, de cobre, armado con una corona de alambres de acero, adecuado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión (según ITC-BT 29 del REBT).

La instalación de dichas líneas de conexión se realizará por canales empotrados en el suelo, con separadores para que el hecho de que transcurran varios circuitos de las diferentes máquinas por la misma canal, no afecte a la intensidad máxima admisible de cada conductor.

Las secciones de los conductores para cada una de las líneas de este subcuadro están calculadas en el apartado 5.5.7.3 del anexo III. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de las secciones comentadas para cada una de las líneas y su respectiva longitud.

Línea	Longitud (m)	Sección (mm ²)
Línea 1.1	28	1,5
Línea 1.2	39	1,5
Línea 1.3	27	1,5
Línea 1.4	33	1,5
Línea 1.5	13	1,5
Línea 1.6	20	1,5
Línea 1.7	27	1,5

Tabla 23. Sección y longitud de las líneas de conexión del SC1

En el plano 9 podemos ver los canales empotrados en el suelo por donde transcurren las líneas de conexión del SC 1.

5.14 Subcuadro 2 (SC 2)

El subcuadro 2 distribuye la potencia a las tomas de corriente del taller, el compresor y el silo, así se deriva dicho subcuadro en 3 líneas de conexión.

La envolvente utilizada para el subcuadro se ajusta a las normas UNE-EN 60670-1:2006 y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

En el SC2 se instalarán todas las protecciones correspondientes a cada una de sus líneas de conexión además de un Interruptor Automático para todo el subcuadro.

Así, los elementos de protección que encontraremos en el SC1 serán:

- 1 Interruptor Automático (IA)
- 3 Interruptores Diferenciales
- 3 PIAs

El Interruptor Automático a instalar en el SC 2 será de 50A de intensidad nominal, curva C, 3 polos más neutro y un poder de corte de 6kA.

En la siguiente tabla se muestran los ID instalados para el SC 2:

Interruptor diferencial	Líneas	Polos	IN (A)	Sensibilidad (mA)	Poder de corte (kA)
ID 1	Línea 2.1	1P + N	16	30	6
ID 2	Línea 2.2	3P + N	16	30	6
ID 3	Línea 2.3	3P + N	16	30	6

Tabla 24. Interruptores Diferenciales del SC 2

Por último se adjunta una tabla con los Interruptores Magneto Térmicos (PIAs) instalados en el mismo SC2:

PIAs	Líneas	Polos	I _N (A)	Curva	Poder de corte (kA)
PIA 1	Línea 2.1	1P + N	25	C	6
PIA 2	Línea 2.2	3P + N	20	C	6
PIA 3	Línea 2.3	3P + N	32	C	6

Tabla 25. PIAs instalados en el SC 2

5.14.1 Líneas de conexión del SC 2

Para las líneas de conexión del SC 2 se utilizará el cable RZ1MZ1-K (AS) multiconductor, de cobre, armado con una corona de alambres de acero, adecuado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión (según ITC-BT 29 del REBT).

La instalación de dichas líneas de conexión se realizará también por canales empotrados en el suelo, con separadores para que el hecho de que transcurran varios circuitos de las diferentes máquinas por la misma canal, no afecte a la intensidad máxima admisible de cada conductor.

Las secciones de los conductores para cada una de las líneas de este subcuadro están calculadas en el apartado 5.5.8.2 del anexo III. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de las secciones comentadas para cada una de las líneas y su respectiva longitud.

Línea	Longitud (m)	Sección (mm ²)
Línea 2.1	47	6
Línea 2.2	10	2,5
Línea 2.3	7	6

Tabla 26. Sección y longitud de las líneas de conexión del SC2

En el plano 9 podemos ver los canales empotrados en el suelo por donde transcurren las líneas de conexión del SC 2.

5.15 Subcuadro 3 (SC 3)

El subcuadro 3 distribuye la potencia a la iluminación del taller, repartida en tres zonas distintas, la sala del compresor y el almacén, así se deriva dicho subcuadro en 5 líneas de conexión.

La envolvente utilizada para el subcuadro se ajusta también a las normas UNE-EN 60670-1:2006 y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

En el SC3 se instalarán todas las protecciones correspondientes a cada una de sus líneas de conexión además de un Interruptor Automático para todo el subcuadro.

Así, los elementos de protección que encontraremos en dicho subcuadro serán:

- 1 Interruptor Automático (IA)
- 5 Interruptores Diferenciales
- 5 PIAs

El Interruptor Automático a instalar en el SC 1 será de 50A de intensidad nominal, curva C, 1 polo más neutro y un poder de corte de 6kA.

En la siguiente tabla se muestran los ID instalados para el SC 3:

Interruptor diferencial	Líneas	Polos	IN (A)	Sensibilidad (mA)	Poder de corte (kA)
ID 1	Línea 3.1	1P + N	63	30	6
ID 2	Línea 3.2	1P + N	63	30	6
ID 3	Línea 3.3	1P + N	50	30	6
ID 4	Línea 3.4	1P + N	1	30	6
ID 5	Línea 3.5	1P + N	1	30	6

Tabla 27. Interruptores Diferenciales del SC 3

Por último se adjunta una tabla con los Interruptores Magneto Térmicos (PIAs) instalados en el mismo SC3:

PIAs	Línea	Polos	IN (A)	Curva	Poder de corte (kA)
PIA 1	Línea 3.1	1P + N	63	C	6
PIA 2	Línea 3.2	1P + N	63	C	6
PIA 3	Línea 3.3	1P + N	50	C	6
PIA 4	Línea 3.4	1P + N	1	C	6
PIA 5	Línea 3.5	1P + N	1	C	6

Tabla 28. PIAs instalados en el SC 3

5.15.1 Líneas de conexión del SC 3

Para todas las líneas de conexión del SC 3 se utilizará también el cable RZ1MZ1-K (AS) multiconductor, de cobre, armado con una corona de alambres de acero, adecuado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión (según ITC-BT 29 del REBT).

La instalación de las líneas de conexión encargadas de alimentar la iluminación del taller (líneas 3.1, 3.2 y 3.3), se realizará sobre bandejas de cables perforadas. Estas bandejas colgarán del techo de la nave.

En cambio, la instalación de las líneas de conexión encargadas de alimentar la iluminación de la sala del compresor y el almacén (líneas 3.4 y 3.5), se realizará con cable multipolar en los vacíos de techos, en nuestro caso, falso techo.

Las secciones de los conductores para cada una de las líneas están calculadas en el apartado 5.5.9.2 del anexo III. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de las secciones comentadas para cada una de las líneas y su respectiva longitud.

Línea	Longitud (m)	Sección (mm ²)
Línea 3.1	28	16
Línea 3.2	39	16
Línea 3.3	27	10
Línea 3.4	20	1,5
Línea 3.5	27	1,5

Tabla 29. Sección y longitud de las líneas de conexión del SC3

En el plano 9 podemos ver los canales empotrados en el suelo por donde transcurren las líneas de conexión del SC 3.

5.16 Subcuadro 4 (SC 4)

El subcuadro 4 distribuye la potencia tanto a la iluminación como a las tomas de corriente de las oficinas y el vestuario, además de los dos aires acondicionados, así se deriva dicho subcuadro en 6 líneas de conexión.

La envolvente utilizada para el subcuadro se ajusta también a las normas UNE-EN 60670-1:2006 y UNE-EN 60439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

En el SC4 se instalarán todas las protecciones correspondientes a cada una de sus líneas de conexión además de un Interruptor Automático para todo el subcuadro.

Así, los elementos de protección que encontraremos en dicho subcuadro serán:

- 1 Interruptor Automático (IA)
- 6 Interruptores Diferenciales
- 6 PIAs

El Interruptor Automático a instalar en el SC 1 será de 32A de intensidad nominal, 1 polo más neutro y un poder de corte de 6kA.

En la siguiente tabla se muestran los ID instalados para el SC 4:

Interruptor diferencial	Líneas	Polos	IN (A)	Sensibilidad (mA)	Poder de corte (kA)
ID 1	Línea 4.1	1P + N	6	30	6
ID 2	Línea 4.2	1P + N	6	30	6
ID 3	Línea 4.3	1P + N	16	30	6
ID 4	Línea 4.4	1P + N	1,6	30	6
ID 5	Línea 4.5	1P + N	3	30	6
ID 6	Línea 4.6	1P + N	3	30	6

Tabla 30. Interruptores Diferenciales del SC 4

Por último se adjunta una tabla con los Interruptores Magneto Térmicos (PIAs) instalados en el mismo SC4:

PIAs	Línea	Polos	IN (A)	Curva	Poder de corte (kA)
PIA 1	Línea 4.1	1P + N	6	C	6
PIA 2	Línea 4.2	1P + N	6	C	6
PIA 3	Línea 4.3	1P + N	16	C	6
PIA 4	Línea 4.4	1P + N	1,6	C	6
PIA 5	Línea 4.5	1P + N	3	C	6
PIA 6	Línea 4.6	1P + N	3	C	6

Tabla 31. PIAs instalados en el SC 4

5.16.1 Líneas de conexión del SC4

Para todas las líneas de conexión del SC 3 se utilizará el cable RZ1MZ1-K (AS) multiconductor, de cobre, armado con una corona de alambres de acero, adecuado para instalaciones en locales con riesgo de incendio y explosión (según ITC-BT 29 del REBT).

La instalación de las líneas de conexión se realizará en los vacíos de techos, en nuestro caso, falso techo.

Las secciones de los conductores para cada una de las líneas están calculadas en el apartado 5.5.10.2 del anexo III. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de las secciones comentadas para cada una de las líneas y su respectiva longitud.

Línea	Longitud (m)	Sección (mm ²)
Línea 4.1	18	1,5
Línea 4.2	29	1,5
Línea 4.3	14	1,5
Línea 4.4	27	1,5
Línea 4.5	5	1,5
Línea 4.6	6	1,5

Tabla 32. Sección y longitud de las líneas de conexión del SC4

En el plano 9 podemos ver los canales empotrados en el suelo por donde transcurren las líneas de conexión del SC 4.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.
- UNE-EN 60079:2010. Atmósferas explosivas.
- UNE-EN 60332-1-2:2005. Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego.
- UNE-EN 50086:1995. Sistemas de tubos para la conducción de cables.
- UNE-EN 13501:2007+A1:2010. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación.
- UNE 23093:1998. Ensayos de resistencia al fuego.
- UNE 23034:1988. Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- UNE 23035:2003. Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente.
- UNE 23585:2004. Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.
- UNE 23007:2014. Sistemas de detección y alarma de incendios.
- UNE-EN 2:1994. Clases de fuego.
- UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
- UNE-EN 60670:2006/A1:2013. Cajas y envolventes para accesorios eléctricos en instalaciones eléctricas fijas para uso doméstico y análogos.
- UNE-EN 60439:2001. Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.
- Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Infraestructura para la calidad y seguridad industrial, aprobado por el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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.
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993.

7 ANEXOS

- ANEXO I: Diseño de la iluminación.
- ANEXO II: Caracterización del Establecimiento según Riesgo de Incendio.
- ANEXO III: Cálculo de la Instalación Eléctrica.
- ANEXO IV: Tipo de conductor.
- ANEXO V: Batería de condensadores.