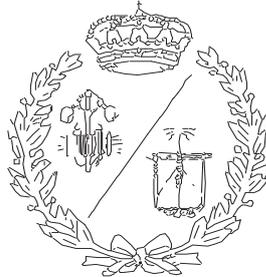


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Proyecto Fin de Grado***

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL DE MECANIZADO EN BAJA  
TENSIÓN CON CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN**

**(Electrical system of a work mechanization  
building at low voltage with transformation  
center)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**Autor: Gonzalo Compadre Ibáñez**

**Mayo – 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

*Quiero agradecer a una persona muy importante para mí todo el apoyo, la ayuda y consejos recibidos, como es mi padre.*

*También un especial agradecimiento a mi abuela por su paciencia y ánimo recibido durante estos años.*

Gracias, mi éxito también es vuestro.

TÍTULO	<p>Instalación eléctrica de una nave industrial de mecanizado en baja tensión con centro de transformación.</p> <p>(Electrical system of a work mechanization building at low voltage with transformation center).</p>		
AUTOR	Gonzalo Compadre Ibáñez		
DIRECTOR / PONENTE	Alfredo Madrazo Maza		
GRADO EN INGENIERÍA	ELÉCTRICA	FECHA	11-05-16

## PLABRAS CLAVE

Nave Mecanizado.

Centro de transformación de abonado.

Cuadros eléctricos.

Protecciones eléctricas.

Regulación de protecciones eléctricas.

Iluminación Led.

Protección contra incendios.

Ventilación general mecánica.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la construcción de la autovía que une Castilla y León con Cantabria y las buenas comunicaciones con Burgos, Palencia y Santander, el polígono industrial de Aguilar de Campoo se convierte en la ubicación ideal para la construcción de la nave industrial de mecanizado.

**Dicha nave necesitará una red de suministro eléctrico totalmente nueva, adaptada a la normativa vigente para dar servicio a todas las instalaciones de Baja Tensión con las que contará el establecimiento.**

## **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

**El objeto del proyecto es definir técnica y dimensionalmente las instalaciones de baja tensión para una nave industrial en el municipio de Aguilar de Campoo, partiendo del final de la acometida, la cual es proporcionada por la compañía eléctrica, hasta finalizar en cada uno de los circuitos eléctricos que componen el Cuadro General de Distribución y Protección, pasando entre medio por un Centro de Transformación de abonado.**

**Lo descrito anteriormente es la parte principal del proyecto pero también podemos encontrar dos partes relevantes:**

**La segunda parte nos define las condiciones que debe de cumplir la nave para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada en caso de producirse y limitar su propagación y posibilitar su extinción.**

**La tercera parte nos especifica las condiciones que tenemos que cumplir para obtener una correcta ventilación en nuestra instalación y conseguir preservar la salud de los trabajadores.**

**Otro documento adjunto a este proyecto será el Pliego de Condiciones técnicas, donde se proporcionarán las características y calidades de todos los elementos que se emplearán para la correcta instalación eléctrica de la nave.**

Finalmente se realizará un estudio de Seguridad y Salud en el que se indicarán las diferentes condiciones que se deben adoptar durante y después de la ejecución de los trabajos de construcción, para la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales.

## CONCLUSIONES / PRESUPUESTO

Tras la redacción del proyecto se llega a la conclusión de que es factible la construcción de la nave industrial descrita en la memoria. Esta nueva edificación conllevaría el desarrollo de una instalación eléctrica que se ajuste a todas las necesidades del futuro establecimiento, por tanto existiría la necesidad de desarrollar un documento donde se reflejaría todos los datos y cálculos a tener en cuenta en la ejecución de dicha instalación.

El presupuesto al que asciende toda la instalación eléctrica, contra incendios y de ventilación proyectada para esta nave es de 349.072,74 €.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- **Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas en Baja Tensión.**  
Munilla-Lería, 2011.
  - Roberto Alonso González Lezcano.
  - Félix Aramburu Gaviola.
  - Rocío Sancho Alambillaga.
  
- **Instalaciones eléctricas en Baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje.**  
RA-MA, 2007.
  - Antonio Colmenar Santos.
  - Juan Luis Hernández Martín.

- **Instalaciones contra incendios.**  
**Marcombo, 2008.**
  - **Jesús Manuel Quintela Cortes.**

### **Normas y Reglamentos.**

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- **RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.**
- **Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.**
- **Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.**
- **Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.**
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.**
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).**
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.**
- **Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.**

- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendio R.D. 2267/2004.

### Información técnica de catálogos.

- Tarifa Alumbrado Profesional. Philips 2014.
- Catálogo SAI. Legrand.
- Catálogo Prysmian group.
- Catálogo Dispositivos de Protección Mitsubishi.
- Catálogo Generalcable.
- Catálogo General Electric.
- Catálogo Sagelux.
- Catálogo Prodein.
- Catálogo Transformadores de MT/BT para soluciones de la Red de Distribución. Ormazabal.

### Páginas Web.

- <http://www.philips.es>
- <http://www.dialux.com>
- <http://www.sagelux.com>
- <http://www.novoferm.com>
- <http://www.aguilardecampoo.com>
- <http://www.generalcable.es>
- <http://www.prodeincendio.com>
- <http://www.solerpalau.es>

- <http://www.bibliocad.com>
- <http://www.naisa.com>
- <http://www.ormazabal.com>

## **Soporte informático.**

- AutoCAD 2012.
- DIALux 4.12.
- DIALux evo.
- Microsoft Word 2010.
- Microsoft PowerPoint 2010.
- Microsoft Excel 2010.
- CYPE 2013; Cypelec. Inst. eléctricas de baja tensión.
- MELSHORT2.

TÍTULO	<p>Instalación eléctrica de una nave industrial de mecanizado en baja tensión con centro de transformación.</p> <p>(Electrical system of a work mechanization building at low voltage with transformation center).</p>		
AUTOR	Gonzalo Compadre Ibáñez		
DIRECTOR / PONENTE	Alfredo Madrazo Maza		
GRADO EN INGENIERÍA	ELÉCTRICA	FECHA	11-05-16

## KEY WORDS

Work mechanization building.

Center transformation subscriber.

Electric panels .

Electrical protection.

Regulating electric protections.

Led lighting.

Fire protection.

General mechanical ventilation.

## EXPOSITION OF THE PROBLEM

With the construction of the highway linking Cantabria with Castilla y Leon and good communication with Burgos, Palencia and Santander, the industrial estate of Aguilar de Campoo becomes the ideal for the construction of the industrial building Machining location.

**This work building will need a whole new network of power, adapted to current legislation to service all low voltage installations with which the establishment will have.**

## **DESCRIPTION OF THE PROJECT**

**The purpose of the project is to define technical and dimensionally the low voltage installations for a work building in the town of Aguilar de Campoo, starting at the end of the connection, which is provided by the electric company, to finish in each of the circuits electrical composing the General Schedule Distribution and Protection, passing in between by a subscriber Transformer.**

**Described above is the main part of the project but we can also find two important parts:**

**The second part defines the conditions we must meet the work building for safety in case of fire, to prevent their occurrence and to provide the appropriate response should they occur and limit its spread and possible extinction.**

**The third part specifies the conditions we have to meet to obtain proper ventilation in our facility and get preserve the health of workers.**

**Another attachment to this project will be the technical specifications, where the characteristics and qualities of all elements to be used for the correct electrical installation of the work building will be provided.**

**Finally a study on Safety and Health in which the various conditions that must be taken during and after the execution of the construction work for the prevention of risks of accidents and occupational diseases indicate will be performed.**

## CONCLUSIONS / BUDGET

After drafting the project is concluded that the construction of the work building described in the specification is feasible. This new building would involve the development of an electrical installation that fits all the needs of future establishment, therefore there would be the need to develop a document where all data and calculations are reflected to consider the implementation of such a facility.

The budget amounting to the entire electrical installation, fire and ventilation projected for this ship is 349.072,74 €.

## BIBLIOGRAPHY

### Books.

- **Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas en Baja Tensión.**  
Munilla-Lería, 2011.
  - Roberto Alonso González Lezcano.
  - Félix Aramburu Gaviola.
  - Rocío Sancho Alambillaga.
  
- **Instalaciones eléctricas en Baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje.**  
RA-MA, 2007.
  - Antonio Colmenar Santos.
  - Juan Luis Hernández Martín.
  
- **Instalaciones contra incendios.**  
Marcombo, 2008.
  - Jesús Manuel Quintela Cortes.

### Rules and regulations.

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- **RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.**
- **Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.**
- **Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.**
- **Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.**
- **Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.**
- **Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).**
- **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.**
- **Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de noviembre.**
- **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.**
- **Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.**
- **Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.**
- **Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.**
- **Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.**

- Reglamento de instalaciones de protección contra incendio R.D. 2267/2004.

### Technical information of catalogues.

- Tarifa Alumbrado Profesional. Philips 2014.
- Catálogo SAI. Legrand.
- Catálogo Prysmian group.
- Catálogo Dispositivos de Protección Mitsubishi.
- Catálogo Generalcable.
- Catálogo General Electric.
- Catálogo Sagelux.
- Catálogo Prodein.
- Catálogo Transformadores de MT/BT para soluciones de la Red de Distribución. Ormazabal.

### Web pages.

- <http://www.philips.es>
- <http://www.dialux.com>
- <http://www.sagelux.com>
- <http://www.novoferm.com>
- <http://www.aguilardecampoo.com>
- <http://www.generalcable.es>
- <http://www.prodeincendio.com>
- <http://www.solerpalau.es>
- <http://www.bibliocad.com>
- <http://www.naisa.com>
- <http://www.ormazabal.com>

### Computer support.

- AutoCAD 2012.
- DIALux 4.12.
- DIALux evo.

- **Microsoft Word 2010.**
- **Microsoft PowerPoint 2010.**
- **Microsoft Excel 2010.**
- **CYPE 2013; Cypelec. Inst. eléctricas de baja tensión.**
- **MELSHORT2.**

## **Documentos del proyecto**

1. Memoria.....
2. Cálculos.....
3. Anexos.....
4. Planos.....
5. Pliego de condiciones.....
6. Estudio de seguridad y salud .....
7. Presupuesto.....
8. Bibliografía.....

## **1. MEMORIA.**

---

### CAPÍTULO 1: OBJETO DEL PROYECTO.

1.1 Objetivo del proyecto.

### CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN.

2.1 Técnico.

2.2 Situación.

2.3 Uso a que se destina.

2.4 Descripción general del edificio.

2.5 Condiciones de la nave.

2.6 Planificación del proyecto.

### CAPÍTULO 3: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

3.1 Reglamentos y normas.

3.2 Empresa suministradora.

3.3 Tipos de receptores.

3.3.1 Introducción.

3.3.2 Motores.

3.3.3 Receptores de alumbrado.

3.3.4 Tomas de corriente.

3.3.5 Tipos de toma de corriente.

3.3.6 Situación de las tomas de corriente.

3.3.7 Interruptores.

3.4 Maquinaria de trabajo.

3.4.1 Descripción de cada maquinaria.

3.4.2 Relación de maquinaria.

3.5 Previsión de cargas.

3.6 Potencia contratada.

3.7 Conductores y cables eléctricos.

3.7.1 Introducción.

3.7.2 Tipos de conductores.

3.7.3 Sección del conductor.

3.7.4 Canalizaciones.

3.7.5 Elección de cables y tubos.

3.7.6 Código de colores.

3.7.7 Soluciones adoptadas.

- 3.7.7.1 Conductores.
- 3.7.7.2 Características de los tipos de conductores elegidos.
- 3.7.7.3 Canalizaciones.
- 3.8 Descripción de las instalaciones de enlace.
  - 3.8.1 Centro de transformación.
    - 3.8.1.1 Reglamentación.
    - 3.8.1.2 Centro de transformación de red pública y centro de transformación de abonado.
    - 3.8.1.3 Situación y emplazamiento.
    - 3.8.1.4 Obra civil.
    - 3.8.1.5 Características generales del centro de transformación.
    - 3.8.1.6 Potencia necesaria para el centro de transformación.
    - 3.8.1.7 Características de la red de alimentación.
    - 3.8.1.8 Características de la aparamenta de alta tensión.
    - 3.8.1.9 Características del material de alta tensión.
    - 3.8.1.10 Características de la aparamenta de baja tensión.
    - 3.8.1.11 Medida de la energía eléctrica.
    - 3.8.1.12 Puesta a tierra
    - 3.8.1.13 Instalaciones secundarias.
  - 3.8.2 Acometida
  - 3.8.3 Línea general de alimentación.
  - 3.8.4 Derivación individual.
  - 3.8.5 Equipos de conexión de energía reactiva.
    - 3.8.5.1 Introducción.
    - 3.8.5.2 Ventajas de un elevado factor de potencia.
    - 3.8.5.3 Solución adoptada.
- 3.9 Descripción de las instalaciones interiores.
  - 3.9.1 Interconexión de las distintas partes de la instalación.
  - 3.9.2 Cuadro general de distribución.
  - 3.9.3 Cuadros auxiliares.
  - 3.9.4 Líneas de alimentación secundarias y circuitos interiores.
- 3.10 Iluminación.
  - 3.10.1 Introducción.
  - 3.10.2 Sistemas de iluminación.
  - 3.10.3 Lámparas.
  - 3.10.4 Aparatos de alumbrado.

- 3.10.5 Clasificación de las luminarias.
- 3.10.6 Niveles de iluminación.
- 3.10.7 Cálculo del alumbrado interior.
- 3.10.8 Solución adoptada.
- 3.10.9 Cálculo del alumbrado exterior.
- 3.10.10 Solución adoptada.
- 3.10.11 Características de las lámparas y luminarias escogidas.
- 3.10.12 Alumbrado especial: de emergencia y señalización.
- 3.10.13 Elección del sistema de alumbrado especial.
- 3.11 Protecciones de BT.
  - 3.11.1 Introducción.
  - 3.11.2 Dispositivos de protección.
  - 3.11.3 Protección de la instalación.
    - 3.11.3.1 Protección contra sobrecargas.
    - 3.11.3.2 Protección contra cortocircuito.
    - 3.11.3.3 Cálculo de las intensidades de cortocircuito.
    - 3.11.3.4 Coordinación de protecciones.
  - 3.11.4 Protección de las personas.
    - 3.11.4.1 Protección contra contactos directos.
    - 3.11.4.2 Protección contra contactos indirectos.
  - 3.11.5 Solución adoptada.
- 3.12 Puesta a tierra.
  - 3.12.1 Introducción.
  - 3.12.2 Características de la puesta a tierra.
  - 3.12.3 Componentes de la puesta a tierra.
  - 3.12.4 Elementos a conectar a tierra.

#### CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.

- 4.1 Reglamentos y normas.
- 4.2 Caracterización de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno.
  - 4.2.1 Establecimientos industriales ubicados en un edificio.
  - 4.2.2 Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio.
  - 4.2.3 Solución adoptada según el tipo de establecimiento industrial.
- 4.3 Caracterización según su riesgo intrínseco.
- 4.4 Sector de incendio.

- 4.5 Nivel de riesgo intrínseco de cada sector
  - 4.5.1 Para actividades de producción, transformación, reparación, o cualquier otra distinta al almacenamiento.
  - 4.5.2 Para actividades de almacenamiento.
- 4.6 Determinación del coeficiente Ci.
- 4.7 Determinación de los niveles de riesgo de cada sector.
- 4.8 Nivel de riesgo intrínseco de un edificio o de sectores.
- 4.9 Sectorización de los establecimientos industriales.
- 4.10 Materiales.
  - 4.10.1 Características que definen el comportamiento ante el fuego.
- 4.11 Condiciones de evacuación de la nave industrial.
  - 4.11.1 Evacuación.
  - 4.11.2 Nivel de ocupación.
  - 4.11.3 Origen de evacuación.
  - 4.11.4 Recorridos de evacuación.
  - 4.11.5 Número y disposición de salidas.
  - 4.11.6 Cálculo de puertas, pasos y pasillos.
  - 4.11.7 Características de las puertas y de los pasillos.
- 4.12 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios.
- 4.13 Almacenamientos.
- 4.14 Instalaciones de protección contra incendios.
  - 4.14.1 Sistemas manuales de alarma de incendio.
  - 4.14.2 Sistemas automáticos detectores de humo.
  - 4.14.3 Sirenas de alarma de incendio óptico-acústicas.
  - 4.14.4 Central de incendios.
  - 4.14.5 Extintores de incendios.
  - 4.14.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE).
- 4.15 Instalación contra incendios del centro de transformación.
- 4.16 Señalización

## CAPÍTULO 5: VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.

- 5.1 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.
- 5.2 Ventilación de la zona de producción.
  - 5.2.1 Principios generales de la ventilación.
  - 5.2.2 Sistema de ventilación.
  - 5.2.3 Caudal de extracción.
  - 5.2.4 Sistemas de ventilación empleados.

- 5.2.4.1 Impulsión.
- 5.2.4.2 Extracción.
- 5.2.5 Solución adoptada para la ventilación de la zona de producción.

---

## 2. CÁLCULOS

---

### CAPÍTULO 1: CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

- 1.1 Cálculo luminotécnico.
  - 1.1.1 Introducción.
  - 1.1.2 Cálculos de la iluminación interior.
  - 1.1.3 Resumen de las soluciones adoptadas.
  - 1.1.4 Cálculos de la iluminación exterior.
  - 1.1.5 Resumen de las soluciones adoptadas.
  - 1.1.6 Cálculos y resumen de soluciones adoptadas de iluminación de emergencia y señalización.
- 1.2 Cálculo de las intensidades de línea.
  - 1.2.1 Introducción.
  - 1.2.2 Cuadro general de distribución y cuadros auxiliares.
  - 1.2.3 Cálculo de la potencia del transformador.
- 1.3 Sección de los conductores de baja tensión.
  - 1.3.1 Introducción.
  - 1.3.2 Cálculo de las secciones de las líneas.
- 1.4 Cálculo de las intensidades de cortocircuito.
  - 1.4.1 Introducción.
  - 1.4.2 Cálculo de las protecciones.
- 1.5 Cálculo de la instalación de puesta a tierra.
  - 1.5.1 Introducción.
  - 1.5.2 Instalación de puesta a tierra.
- 1.6 Compensación del factor de potencia.
  - 1.6.1 Cálculo de la potencia reactiva a instalar.
  - 1.6.2 Cálculo de la sección del conductor que une la batería.
  - 1.6.3 Cálculo de la protección de la batería de condensadores.
- 1.7 Cálculos del centro de transformación.
  - 1.7.1 Intensidad de alta tensión.
  - 1.7.2 Intensidad de baja tensión.

### 1.7.3 Cortocircuitos.

1.7.3.1 Corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión.

1.7.3.2 Corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

### 1.7.4 Conexión celdas-transformador.

1.7.4.1 Conexión del secundario del transformador al cuadro de baja tensión.

### 1.7.5 Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

### 1.7.6 Dimensionado de ventilación del centro de transformación.

### 1.7.7 Dimensiones del pozo apagafuego.

### 1.7.8 Cálculo de la instalación de puesta a tierra.

1.7.8.1 Método empleado en la instalación de puesta a tierra.

1.7.8.2 Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra.

1.7.8.3 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

1.7.8.4 Cálculo de la tensión de paso en el acceso al centro de transformación.

1.7.8.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

1.7.8.6 Separación entre sistema de puesta a tierra de protección y sistema de puesta a tierra de servicio.

1.7.8.7 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

### 1.7.9 Tablas de la instalación secundaria.

## CAPÍTULO 2: CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS.

### 2.1 Introducción.

### 2.2 Solución adoptada según el tipo de establecimiento industrial.

### 2.3 Sector de incendio.

### 2.4 Nivel de riesgo intrínseco de cada sector.

2.4.1 Expresión utilizada para actividades de producción, transformación, reparación, o cualquier otra distinta al almacenamiento.

2.4.2 Expresión utilizada para actividades de almacenamiento.

### 2.5 Determinación de los niveles de riesgo de cada sector.

### 2.6 Nivel de riesgo intrínseco de un edificio o de sectores.

### 2.7 Sectorización de los establecimientos industriales.

### 2.8 Evacuación.

2.8.1 Nivel de ocupación.

2.8.2 Cálculo de puertas, pasos y pasillos.

### 2.9 Instalaciones de protección contra incendios.

2.9.1 Sistemas manuales de alarma de incendio.

2.9.2 Sistemas automáticos detectores de humo.

2.9.3 Sirenas de alarma de incendio óptico-acústicas.

2.9.4 Central de incendios.

2.9.5 Extintores de incendio.

2.9.6 Sistemas de Bocas de incendio equipadas (BIE).

### CAPÍTULO 3: CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.

3.1 Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión.

3.2 Ventilación de la zona de producción.

3.2.1 Caudal de extracción.

3.2.2 Sistemas de ventilación empleados.

3.2.2.1 Impulsión.

3.2.2.2 Extracción.

3.3 Solución adoptada para la ventilación de la zona de producción.

### **3. ANEXOS**

---

ANEXO 1: Cálculos con programa informático para la iluminación interior y exterior de la nave.

ANEXO 2: Características de la puerta enrollable.

ANEXO 3: Características de los tipos de conductores elegidos.

ANEXO 4: Características del tipo de transformador escogido.

ANEXO 5: Planificación del proyecto.

ANEXO 6: Selectividad de los interruptores.

## 4. PLANOS

---

Plano 1: Situación polígono industrial 1.

Plano 2: Situación polígono industrial 2.

Plano 3: Emplazamiento de la nave.

Plano 4: Distribución de la parcela.

Plano 5: Alzado y cotas de la nave.

Plano 6: Distribución planta baja nave y maquinaria.

Plano 7: Distribución planta alta nave.

Plano 8: Iluminación interior planta baja nave.

Plano 9: Iluminación interior planta alta nave.

Plano 10: Iluminación exterior nave.

Plano 11: Circuito de emergencia y señalización planta baja nave.

Plano 12: Circuito de emergencia y señalización planta alta nave.

Plano 13: Protección contra incendios planta baja nave.

Plano 14: Protección contra incendios planta alta nave.

Plano 15: Ventilación de la zona de producción.

Plano 16: Tomas de corrientes generales y trifásicas planta baja nave.

Plano 17: Tomas de corrientes generales planta alta nave.

Plano 18: Canalizaciones planta baja nave.

Plano 19: Red de tierra planta baja nave.

Plano 20: Red de tierra planta alta nave.

Plano 21: Centro de transformación.

Plano 22: Iluminación y tomas de corriente del CTC.

Plano 23: Conexión del CTC con el cuadro principal y los cuadros secundarios.

Plano 24: Esquema unifilar CTC.

Plano 25: Cuadro general de distribución.

Plano 26: Cuadro auxiliar 1.

Plano 27: Cuadro auxiliar 2.

Plano 28: Cuadro auxiliar 3.

Plano 29: Cuadro auxiliar 4.

Plano 30: Esquema unifilar completo.

## 5. PLIEGO DE CONDICIONES

---

### 5.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

5.1.1 Ámbito de aplicación.

5.1.2 Disposiciones generales.

5.1.3 Condiciones facultativas legales.

5.1.4 Seguridad en el trabajo.

5.1.5 Seguridad pública.

5.1.6 Organización en el trabajo.

5.1.6.1 Datos de la obra.

5.1.6.2 Replanteo de la obra.

5.1.6.3 Condiciones generales.

5.1.7. Planificación y coordinación.

5.1.8. Acopio de materiales.

5.1.9. Inspección y medidas previas al montaje.

5.1.10 Planos, catálogos y muestras.

5.1.11 Variaciones de proyecto y cambio de materiales.

5.1.12 Cooperación con otros instaladores.

5.1.13 Protección.

5.1.14 Limpieza de la obra.

5.1.15 Andamios y aparejos.

5.1.16 Obras de albañilería.

5.1.17 Energía eléctrica y agua.

5.1.18 Ruidos y vibraciones.

5.1.19 Accesibilidad.

5.1.20 Canalizaciones.

5.1.21 Manguitos pasamuros.

- 5.1.22 Protección de partes en movimiento.
- 5.1.23 Protección de los elementos a temperatura elevada.
- 5.1.24 Cuadros y líneas eléctricas.
- 5.1.25 Pinturas y colores.
- 5.1.26 Identificación.
- 5.1.27 Pruebas.
- 5.1.28 Pruebas finales.
- 5.1.29 Recepción provisional.
- 5.1.30 Periodos de garantía.
- 5.1.31 Recepción definitiva.
- 5.1.32 Permisos.
- 5.1.33 Entrenamiento.
- 5.1.34 Repuestos, herramientas y útiles específicos.
- 5.1.35 Subcontratación de la obras.
- 5.1.36 Riesgos.
- 5.1.37 Rescisión del contrato.
- 5.1.38 Precios.
- 5.1.39 Pago de obra.
- 5.1.40 Abono de materiales acopiados.
- 5.1.41 Disposición final.

## 5.2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

- 5.2.1 Generalidades.
- 5.2.2 Instalaciones eléctricas.
  - 5.2.2.1 Dispositivos generales e individuales.
  - 5.2.2.2 Instalación Interior.
  - 5.2.2.3. Aparatos de protección.
  - 5.2.2.4. Identificación de los conductores.
  - 5.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones.

- 5.2.2.6. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.
- 5.2.2.7. Conexiones Eléctricas.
- 5.2.3 Sistemas de instalación.
  - 5.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.
  - 5.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectoras.
- 5.2.4 Red de Tierra.
  - 5.2.4.1 Conductores de equipotencialidad.
- 5.2.5. Centro de transformación.
  - 5.2.5.1 Obra Civil.
  - 5.2.5.2 Aparamenta de alta tensión.
  - 5.2.5.3 Transformador.
  - 5.2.5.4 Equipo de medida.
  - 5.2.5.5 Puesta a tierra del centro de transformación.
  - 5.2.5.6 Normas de ejecución de la instalación.
  - 5.2.5.7 Pruebas y comprobación reglamentarias.
  - 5.2.5.8 Puesta en servicio y desconexión del centro de transformación.
  - 5.2.5.9 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.
- 5.2.6 Cuadro de distribución de baja tensión.
- 5.2.7 Protección contra incendios.
  - 5.2.7.1 Alumbrado de emergencia.

## 6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

6.1 Introducción.

6.2 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

6.2.1 Introducción.

6.2.2 Obligaciones del empresario.

6.2.2.1 Condiciones constructivas.

6.2.2.2 Orden, limpieza y mantenimiento.

6.2.2.3 Condiciones ambientales.

6.2.2.4 Condiciones de iluminación mínima.

6.2.2.5 Servicios higiénicos y lugares de descanso.

6.2.2.6 Material y locales de primeros auxilios.

6.3 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

6.3.1 Introducción.

6.3.2 Obligaciones del empresario.

6.3.3 Condiciones de señalización.

6.4 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

6.4.1 Introducción.

6.4.2 Obligaciones del empresario.

6.4.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

6.4.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

6.4.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

6.4.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimientos de tierra y maquinaria pesada.

6.4.2.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

6.4.2.6 Disposiciones mínimas adicionales aplicables en medios auxiliares.

6.5 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

6.5.1 Introducción.

6.5.2 Estudio básico de seguridad y salud.

6.5.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

6.5.2.2 Medidas preventivas de carácter general.

6.5.2.3 Medidas preventivas de carácter general para el desbroce del terreno, movimiento de tierras, excavación de pozos y zanjas.

6.5.2.4 Medidas preventivas de carácter general para los trabajos con la ferralla, las actividades de soldadura, encofrados y vertido del hormigón.

6.5.2.5 Medidas preventivas de carácter general para los trabajos de construcción en el interior del edificio principal y marquesina.

6.5.2.6 Medidas preventivas de carácter general para el montaje de la instalación eléctrica provisional de obra y para la realización de la instalación eléctrica final del establecimiento.

6.5.2.7 Medidas preventivas de carácter general para la realización de las redes de saneamiento, abastecimiento de agua y contraincendios.

6.5.2.8 Medidas preventivas de carácter general para la construcción y/o instalación del Centro de Transformación.

6.6 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección colectiva e individual.

6.6.1 Introducción.

6.6.2 Obligaciones del empresario.

6.6.2.1 Protectores de cabeza.

6.6.2.2 Protectores de manos y brazos.

6.6.2.3 Protectores de pie y piernas.

6.6.2.4 Protectores del cuerpo.

6.7 Normativa de Seguridad y Salud en las obras.

## **7. PRESUPUESTO**

---

- 7.1 Introducción.
- 7.2 Presupuesto de ejecución del material.
- 7.3 Presupuesto de ejecución por contrata.
- 7.4 Presupuesto para conocimiento de la administración.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

---

## **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**

## **CAPÍTULO 1: OBJETO DEL PROYECTO.**

### **1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO.**

El objeto del proyecto es definir técnica y dimensionalmente las instalaciones de baja tensión para una nave industrial, incluyendo el centro de transformación y el cálculo eléctrico de los circuitos de fuerza y alumbrado, así como las instalaciones complementarias de contra incendio y ventilación.

Se aplicarán los correspondientes reglamentos propios de este tipo de instalaciones como son el Reglamento Electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T) y el Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, así como todas las normas generales y particulares a la compañía eléctrica suministradora del servicio eléctrico.

El suministro de energía eléctrica para las instalaciones que constituyen el presente Proyecto, se llevará a cabo en baja tensión, siendo la tensión de cálculo y de distribución: 400V entre fases y 230V entre fase y neutro, a una frecuencia de 50Hz.

## **CAPÍTULO 2: INTRODUCCIÓN.**

### **2.1 TÉCNICO.**

El presente proyecto ha sido realizado por Gonzalo Compadre Ibáñez, alumno de la Universidad de Cantabria para la obtención del título de graduado en ingeniería eléctrica.

### **2.2 SITUACIÓN.**

El edificio donde se realiza la instalación eléctrica se encuentra situado en el Polígono industrial de Aguilar de Campoo (Palencia). El acceso al Polígono industrial se realiza desde la N-611 mediante un puente construido expresamente para su urbanización y se encuentra contiguo al polígono industrial existente. Se encuentra a 80km de Burgos, 98 km de Palencia y 105 km de Santander.

### **2.3 USO A QUE SE DESTINA.**

En la nave se ubica una empresa dedicada exclusivamente a la fabricación, reparación y montaje de todo tipo de piezas de metal.

Los trabajos internos a la nave ofrecen mucha variedad de servicios, entre ellos:

- Torneado, rectificado y fresado de piezas de precisión.
- Mandrilado de tubos de gran diámetro.
- Corte de piezas por electroerosión.
- Soldadura de piezas por hilo y electrodo.
- Prensado y cizallado de chapa metálica.

## 2.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EDIFICIO.

El edificio está formado por una nave rectangular situada dentro del recinto de la cual ocupa solo parte de la parcela.

En la parte frontal derecha de la nave existe una zona de parking no cubierto de 6 plazas y 1 plaza reservada para personas discapacitadas para los empleados de la empresa y el centro de transformación de tipo abonado. Por la parte frontal izquierda se halla espacio suficiente para que puedan maniobrar los camiones y que se realice con seguridad las operaciones de carga y descarga en el interior de la nave. Existe una puerta de 4,2 metros de ancho para la posible entrada de vehículos pesados.

La nave tiene cuatro tipos de acceso, dos por la zona frontal y otros dos por la zona lateral derecha. Tres de estos accesos son peatonales y el otro es para la entrada y salida de los vehículos que realizan operaciones de carga y descarga en la nave.

Este edificio se compone interiormente por dos plantas, planta baja y planta alta. La planta baja está formada por la zona de producción, donde se procederá a la preparación, elaboración y distribución de las piezas, un almacén de materia prima, vestuarios y aseos para el personal, la recepción de los clientes y un departamento de calidad para poder garantizar la máxima calidad de los productos que vamos a gestionar. En la planta alta están las oficinas, donde se harán los trámites administrativos, una enfermería prevista de equipos de primeros auxilios, una sala de reuniones y unos aseos.

En cuanto a las alturas tendremos varios niveles, se dispondrá de una altura máxima de 9m en el taller, de 4m para el almacén, de 2,6m para la sala de reuniones y de 2,8m para la recepción, los vestuarios de hombres y mujeres, el departamento de calidad, la enfermería, los aseos, el despacho del director y el despacho del gerente.

La nave industrial tiene **1073,55 m<sup>2</sup>** de superficie construida y una altura máxima en el interior de 9 metros.

Las dimensiones de la nave son las siguientes:

Dimensión	Metros
Longitud	37,8
Anchura	28,4
Altura máxima zona de producción	9

Tabla 2.4.1 Dimensiones de la nave industrial.

SUPERFICIE ÚTIL	m2
<b>PLANTA BAJA</b>	
Zona producción	733,95
Distribuidor	19,3
Recepción	39,08
Vestuario hombres	50,9
Vestuario mujeres	50,9
Departamento de calidad	76,23
Almacén	70,305
<b>Total planta baja</b>	1040,665
<b>PLANTA ALTA</b>	
Enfermería	33
Aseos	34,32
Despacho director	63,41
Despacho gerente	53,82
Sala de reuniones	118,34
Pasillo	36,75
<b>Total planta alta</b>	339,64
<b>Superficie total útil</b>	1380,305

Tabla 2.4.2 Superficie útil de la nave industrial.

SUPERFICIE EXTERIOR	m2
Recinto exterior	2356,97
Centro de transformación	14,47
<b>Superficie total exterior</b>	2371,44

Tabla 2.4.3 Superficie total exterior de la nave industrial.

## 2.5 CONDICIONES DE LA NAVE.

La nave objeto del proyecto está situada en un polígono industrial. Se trata de una nave industrial que consta de planta baja y de planta alta.

La estructura es de hierro, protegida para remitir un fuego tipo ciento ochenta minutos (según la norma UNE-EN 13501-1:2002 [2], en la cual observamos la clasificación del comportamiento de los materiales sometidos a ensayos de reacción al fuego).

Su estructura está configurada con mortero de fibras minerales, proyectadas sobre una malla metálica de forma que en ningún momento pueda quedar al descubierto, la sílice al expansionarse por el calor, ni que se produzca su deformación o pérdida de resistencia por efecto de la temperatura.

## 2.6 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La distribución de la planificación del proyecto está descrita en el anexo2 “Planificación del proyecto”.

## CAPÍTULO 3: INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

### 4.1 REGLAMENTOS Y NORMAS.

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.

## 3.2 EMPRESA SUMINISTRADORA.

El suministro eléctrico demandado a la empresa distribuidora IBERDROLA S.A. será de media tensión por lo cual se precisa la instauración de un centro de transformación. Dicho centro de transformación debe ser capaz de soportar la carga existente de la nave industrial, teniendo en cuenta las prescripciones oficiales.

## 3.3 TIPOS DE RECEPTORES.

### 3.3.1 Introducción.

Los aparatos receptores para conseguir un buen funcionamiento deberán cumplir unos requisitos conformes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberían producir perturbaciones en las redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesaria para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, puedan producirse en funcionamiento.

### 3.3.2 Motores.

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 47, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzcan en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

- Un solo motor: los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.
- Varios conductores: los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma del 125% de

la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás.

### 3.3.3 Receptores de alumbrado.

Según indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su instrucción 44, las instalaciones que contengan lámparas de descarga, deberán cumplir las siguientes condiciones.

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.
- La carga mínima prevista en voltamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.
- En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.
- Será obligatorio la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

**Para este proyecto el tipo de lámparas que usaremos serán LED.**

### 3.3.4 Tomas de corriente.

Se han colocado tomas de corriente trifásica y monofásica en la zona de producción. También se han colocado tomas de corriente monofásicas de 15 A, en la zona de oficinas de la forma más conveniente para su utilización continua y eventual.

### 3.3.5 Tipos de toma de corriente.

Las tomas de corriente que se van a colocar en este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

- Tomas de corriente monofásicas de 15 A a 230 V. (2p + T).

- Tomas de corriente trifásicas de 16 A a 400 V. (3p + T).

### 3.3.6 Situación de las tomas de corriente.

Las tomas de corriente irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales a una altura de 40 cm en la zona de las oficinas excepto en servicios que irán fijadas a una altura de 1m, quedando distribuidas de la siguiente forma:

LOCAL	TOMAS MONOFÁSICAS	TOMAS TRIFÁSICAS
Zona producción	8	4
Distribuidor	0	0
Recepción	3	0
Vestuario hombres	3	0
Vestuario mujeres	3	0
Departamento de calidad	5	2
Almacén	2	0
Centro de transformación	2	0
Enfermería	3	0
Aseos	2	0
Despacho director	5	0
Despacho gerente	3	0
Sala de reuniones	7	0
Pasillo	0	0
CTC	1	0
	47	6

### 3.3.7 Interruptores.

Los interruptores escogidos en el presente proyecto y los cuales se utilizan para el encendido y apagado del alumbrado aparecen localizados en los planos número 8 y 9.

## 3.4 MAQUINARIA DE TRABAJO.

### 3.4.1 Descripción de cada maquinaria.

La instalación viene muy consolidada con el tipo de maquinaria que puede ser introducida en una empresa. En esta nave la demanda de potencia es muy grande y se dispone de las siguientes máquinas:

- **Taladro:** máquina donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Se utiliza para dar forma o modelar materiales sólidos, especialmente metales. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. En la nave se dispone de 2 taladros uno de columna y otro de engranajes.
- **Tronzadora:** máquina dotada de un motor eléctrico que hace girar un cilindro a la cual está incorporada la hoja de sierra, que va girando a la vez que realiza el corte. Empleando una hoja adecuada (en cuanto a su dureza y a la forma de sus dientes), una sierra de este tipo puede cortar casi cualquier. En la nave se dispone de 1 tronzadora de sierra de cinta.
- **Torno:** máquina que permite mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Esta trabaja haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centrado) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanización adecuadas. En la nave se dispone de 3 tornos, uno horizontal y otro vertical.
- **Electro afiladora:** máquina que se emplea para afilar toda clase de materiales, instrumentos y herramientas cortantes. Existen afiladoras como órgano afilador de una o varias muelas de esmeril montadas sobre un eje que gira a toda velocidad, pudiendo retocar y reparar cualquier tipo de superficie. En la nave se dispone de 1 electro afiladora de 2 muelas.
- **Fresadora:** máquina utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas. En la nave se dispone de 2 fresadoras, una de torreta y otra de bancada fija.
- **Rectificadora:** máquina utilizada para conseguir mecanizados de precisión tanto en dimensiones como en acabado superficial. Se consiste básicamente de un bastidor que contiene una muela giratoria compuesta de granos abrasivos muy duros y resistentes al desgaste y a la rotura. En la nave se dispone de 2 rectificadoras, una para superficies cilíndricas y otra para planas.

- **Mandriladora:** máquina que se utiliza básicamente para el mecanizado de agujeros de piezas cúbicas cuando es necesario que estos agujeros tengan una tolerancia muy estrecha y una calidad de mecanizado buena. La necesidad de tener que conseguir estas tolerancias tan estrechas hacen que la mandriladora exija una gran pericia y experiencia a los operarios que la manejan. En la nave se dispone de 1 mandriladora.
- **Máquina Electroerosión:** es un proceso de fabricación, también conocido como Mecanizado por Descarga Eléctrica o EDM. El proceso de electroerosión consiste en la generación de un arco eléctrico entre una pieza y un electrodo en un medio dieléctrico para arrancar partículas de la pieza hasta conseguir reproducir en ella las formas del electrodo. Ambos, pieza y electrodo, deben ser conductores, para que pueda establecerse el arco eléctrico que provoque el arranque de material. En la nave se dispone de 1 máquina de electroerosión.
- **Soldadores:** máquina que realiza la unión de dos materiales, usualmente logrado a través de la fusión, en la cual las piezas son soldadas derritiendo ambas y agregando un material de relleno derretido. Son máquinas que funcionan con corriente continua para provocar el arco, pero se alimentan de corriente alterna y mediante rectificadores la transforman en continua. En la nave se dispone de 2 soldadores, uno por hilo continuo MIG-MAG y otro por electrodo MMA.
- **Prensas:** máquina que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente (prensa de revolución total) o neumáticamente (prensa de revolución parcial) a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela. En la nave se dispone de 2 prensas, una d volante directo y otra de reducción de engranajes.
- **Cizalla guillotina hidráulica:** máquina de corte que se utiliza para cortar lámina metálica de distintos espesores, funcional por un motor eléctrico potente. Es por tanto una herramienta muy usada en talleres de mecanizados. En la nave se dispone de 1 cizalla guillotina hidráulica.
- **Roscadora:** Máquina para roscar cualquier clase de piezas mecánicamente. En la nave se dispone de 1 roscadora en el departamento de calidad.
- **Sierra:** es una máquina en la que una hoja de sierra o pelo corta el material debido al movimiento alternativo que adquiere. Sustituye a la sierra manual de marquetería, pero en vez de la sierra, aquí lo que moveremos será la tabla que deseamos recortar, con el consiguiente ahorro en esfuerzo y la mayor precisión que conlleva. . En la nave se dispone de 1 sierra en el departamento de calidad.

- **Esmeril:** es una máquina que se impulsa con un motor, el cual impulsa una cabeza de engranajes en un ángulo recto en el cual está montado un disco abrasivo o un disco de corte más delgado los cuales pueden ser reemplazados cuando se desgastan. . En la nave se dispone de 1 esmeril en el departamento de calidad.
- **Compresor aire:** máquina que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. En la nave se dispone de 1 compresor de aire.

### 3.4.2 Relación de maquinaria.

MAQUINARIA UTILIZADA EN LA NAVE			
REFERENCIA	MAQUINARIA	MODELO	Pn (Kw)
M-1	Puerta enrollable	CP 10 TIPO PLEGABLE	0,37
M-2	Taladro de columna	BF 35 TC R+L	2,2
M-3	Taladro de engranajes	FTX 32 TE VARIO	1,1
M-4	Tronzadora de sierra de cinta	FTX 331 HV/SA	1,8
M-5	Torno horizontal	FTX-3000x660 D2	7,35
M-6	Torno vertical	CTV 250 linear	27
M-7	Electroafiladora	BF 200 T	0,52
M-8	Fresadora de torreta	FTX 4 VARIO Visual.	3,68
M-9	Fresadora de bancada fija	CF-25	22
M-10	Rectificadora cilíndrica	C-600 CNC	5,5
M-11	Rectificadora sup. Planas	S-60/40	4
M-12	Mandriladora	TPX 6113	15
M-13	Electroerosion por hilo	FA30-S Advance	16
M-14	Soldadura por hilo continuo MIG-MAG	SOLMIG 505 DEV	10,24
M-15	Soldadura por electrodo MMA	SC-505	44
M-16	Prensa mecánica de volante directo	63 TM	7,5
M-17	Prensa mecánica de reducción de engranajes	125 TM	11
M-18	Cizalla guillotina hidráulica	PI 41/100	9
M-19	Compresor de aire	1400/A	7,35
M-20	Roscadora	535F	0,75
M-21	Sierra	HP-400F3	1,5
M-22	Esmeril	G-232	3
			200,86

TOTAL MAQUINARIA (KW)	200,86
-----------------------	--------

- Siendo Pn la potencia nominal de la máquina en KW.

### 3.5 PREVISIÓN DE CARGAS.

A partir de los datos obtenidos mediante el estudio de iluminación, los equipos de trabajo instalados y las demandas de potencia para las tomas de corriente, se extraen las potencias que intervendrán en el dimensionado de la instalación que son detalladas más delante de esta memoria.

Según el Reglamento de Baja tensión en la ITC-BT 10, en el apartado de carga total para edificios destinados a concentración de industrias, se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta.

La superficie útil total del edificio es de 1380,305 m<sup>2</sup>, lo que supondría una previsión mínima de 172,54 kW.

A continuación se detalla la demanda de potencia del alumbrado, maquinaria y tomas de corriente, en el siguiente cuadro:

CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN	Pc(W)	Sc(VA)	Qc(Var)	In(A)
Batería Condensadores			88434,63 C	127,64
Cuadro aux 1	123175,00	162933,62	85904,32755	210,08
Cuadro aux 2	55062,50	64377,86	33278,31096	92,92
Cuadro aux 3	57375,00	68528,90	37238,12031	98,91
Cuadro aux 4	41847,70	47957,99	20498,86412	65,65
	<b>277460,2</b>	<b>343798,4</b>	<b>176919,6</b>	<b>595,2</b>

**Tabla 1-6.** Previsión de potencia instalada.

El valor de la **potencia activa total instalada** es de **277,46 kW**, por lo que supera a la potencia mínima exigida por el Reglamento de 172,54 kW. Dicha potencia será la máxima admisible por la instalación sin aplicar los coeficientes de simultaneidad de los cuadros.

### 3.6 POTENCIA CONTRATADA.

Teniendo en cuenta que la energía que se pueda demandar en un momento dado puede que no sea toda la potencia calculada tendremos que calcular la potencia que deberíamos contratar.

Para calcular la previsión de potencia a contratar tenemos que aplicar los coeficientes de simultaneidad reales para la instalación, los cuales son aplicados a todas las tiradas y distribuciones de cables.

Los coeficientes de simultaneidad que hemos utilizado son de 0,8 para alumbrado ; 0,6 para maquinaria y 1 para tomas de corriente quedándonos aproximadamente una potencia total a contratar aproximada de **179,21 kW**.

### 3.7 CONDUCTORES Y CABLES ELÉCTRICOS.

#### 3.7.1 Introducción.

La conducción eléctrica se va a realizar desde el centro de transformación a los distintos receptores de la instalación. La instalación es de baja tensión y por tanto, se emplearan tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se empleara unas tensiones nominales en corriente alterna de 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de cuatro conductores.

Los conductores de corriente eléctrica se deberán calcular de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### 3.7.2 Tipos de conductores.

Se llaman conductores eléctricos a los materiales que puestos en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones. Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad. Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el metal empleado universalmente es el cobre en forma de cables de uno o varios hilos. Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60 % de la del cobre es, sin embargo, un material

mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión. Para aplicaciones especiales se utiliza como conductor el oro.

### Partes que componen un conductor eléctrico

En los conductores eléctricos diferenciamos tres partes:

- El alma o elemento conductor.
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

**Alma o elemento conductor:** Se fabrica en cobre o aluminio y su objetivo es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (subestaciones, redes y empalmes), para alimentar a los diferentes centros de consumo (industriales, viviendas, centros comerciales, etc.). Dependiendo de la forma cómo esté constituida el alma se puede clasificar los conductores eléctricos de la siguiente manera:

- Alambre: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor. Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en conductos o directamente sobre aisladores.
- Cable: Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de reducida sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.

**Aislamiento:** El objetivo del aislamiento en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre en contacto con las personas, con objetos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modo, el aislamiento debe evitar que conductores de distinta tensión puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes usados desde sus inicios han sido sustancias poliméricas, que en química se definen como un material o cuerpo químico formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para formar una nueva molécula más gruesa.

Los diferentes tipos de aislamiento de los conductores están dados por su comportamiento técnico y mecánico, considerando el medio ambiente y las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que ellos protegen, resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamas, etc. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el polietileno reticulado o XLPE, la goma y el caucho.

**Cubiertas protectoras:** El objetivo fundamental de esta parte en un conductor es proteger la integridad del aislamiento y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc. Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a ésta se le denomina armadura. Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta esté constituida por alambres de cobre, se le denomina pantalla.

### Tipos de conductores

- Conductores activos

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna. Los conductores serán de cobre o de aluminio, y serán siempre aislados, exceptuando cuando vayan montados sobre aisladores, tal y como establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, es su instrucción número 19.

- Conductor neutro

Según la ITC-BT 19, en las instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será mínimo igual a la de las fases.

Para hallar la sección de los neutros en los tramos subterráneos se utiliza la tabla 7.1 de la ITC-BT 07. A cada sección de fase y tipo de conductor (aluminio o cobre) le corresponde una sección de neutro.

- Conductores de Protección

Estos conductores sirven para conectar las masas de la instalación con la puesta a tierra. Es decir, son conductores que en condiciones normales no soportan tensión. Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Secciones de los conductores de fase	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$
Se respetará siempre un mínimo de 2.5 mm <sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm <sup>2</sup> si no la tienen.	

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos de 3cm.

### 3.7.3 Sección del conductor.

En primer lugar se ha de calcular cual va a ser la sección adecuada que ha de tener el conductor a lo largo de la instalación. Esta sección ha de cumplir lo establecido en el Reglamento de Baja Tensión. Los factores que influyen y que por lo tanto se han de tener en cuenta a la hora de calcular la sección de los conductores son los siguientes:

- **Calentamiento de los conductores.**
- **Caída de tensión.**

#### **Calentamiento de los conductores**

La temperatura hace que la resistencia de un conductor varíe, por ejemplo, cuanto más caliente está, más se opone el conductor al paso de la electricidad. Los conductores se calientan por efecto de la propia corriente que por él circula, lo cual se debe a la resistencia del conductor, obviamente, cuanto más elevada es la corriente, mayor será el calentamiento y por tanto, mayor pérdida de energía en forma de calor.

#### **Caída de tensión**

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y el extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe de ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Para el caso de instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio, se considerará que la instalación interior tiene el origen en la salida del transformador y que las caídas de tensión admisibles son del **4,5%** para alumbrado y **6,5%** para el resto de usos.

### 3.7.4 Canalizaciones.

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

En general, las canalizaciones se pueden agrupar en cuatro grandes apartados:

- Canalizaciones fijas: Son aquellas en las que es preciso desconectar la instalación para su modificación, lo que requiere trabajos de desmontaje. Estas canalizaciones alimentan aparatos fijos. Un ejemplo sería la instalación de un edificio.
- Canalizaciones semifijas: El desplazamiento de los equipos se efectuara después de dejarlos sin tensión, aunque permanezcan acoplados a la red. Es el caso de algunos equipos de extracción de minería o de obras públicas.
- Canalizaciones semimóviles: Permiten el desplazamiento ocasional de los equipos bajo tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos semimóviles, tales como lámparas de pie o máquinas de oficina.
- Canalizaciones móviles: Permiten el desplazamiento de los equipos en tensión durante su funcionamiento. Alimentan aparatos móviles. Por ejemplo, grúas, ascensores, montacargas, equipos de máquinas de extracción de minería cabezales de trabajo de equipos industriales, herramientas portátiles, etc.

Evidentemente, la naturaleza de la canalización determina el tipo de cable adecuado al servicio de que se trate.

**En el presente proyecto se ha de utilizar canalización fija.** Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techo, se realizará el acuerdo con preinscripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

### Tubos protectores

Dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada zona y del lugar por donde vayan a ser colocados se podrán elegir algunas de estas opciones: tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindados con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.

A la hora de calcular el diámetro mínimo de los tubos protectores que contienen a las diversas líneas de la instalación se debe tener en cuenta el número, tipo y sección de los conductores, así como el tipo de instalación. Para ello, en la instrucción complementaria ITC-BT 21, se establecen una serie de tablas con los diámetros mínimos de los tubos protectores, en función de los factores antes citados.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno y 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

### **Canalización bajo tubos protectores**

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originaran reducciones de sección admisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- Las conexiones entre conductores se realizaran en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes preinscripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre estas será, como máximo, de 0,5 metros.
- Es conveniente disponer de tubos normales, siempre que sea posible a una altura mínima de 2,5 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes esta especificada en el documento cálculos del presente proyecto, mientras que su emplazamiento y forma de colocación está especificada en el documento planos.

### 3.7.5 Elección de cables y tubos.

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

- El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
- La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
- El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

Además de tener en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se harán las siguientes consideraciones para la elección del tubo protector de los conductores:

- Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en la instrucción 21 del Reglamento de Electrotécnico de Baja Tensión. En estas tablas viene

expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

- Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.
- El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales. Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que se aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 25 metros. Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

### 3.7.6 Código de colores.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. El conductor neutro se identificará por el color azul. Todos los conductores de fase, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases, se utilizará también el color gris.

### 3.7.7 Soluciones adoptadas.

#### 3.7.7.1 Conductores.

Según las características de los elementos a alimentar, así como su ubicación etc. Se han de utilizar distintos tipos de conductores.

##### Derivación individual

La canalización de la acometida se hará enterrada a una profundidad de 0,7 metros. El conductor utilizado para la distribución de la energía desde el centro de transformación, hasta el cuadro general de distribución será el siguiente:

- ENERGY; Ref: RZ1; Tensión nominal 0,6/1KV.

### Instalación interior

- ENERGY; Ref: RZ1; Tensión nominal 0,6/1KV.
- EXZHELLENT-D; Ref: HO7Z-K; Tensión nominal 450/750V.

### Alumbrado emergencia

- EXZHELLENT-D; Ref: HO7Z-K; Tensión nominal 450/750V.

### Alumbrado de exterior

- EXZHELLENT-D; Ref: HO7Z-K; Tensión nominal 450/750V.

Los conductores tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 4,5 % para el alumbrado y del 6,5 % para la fuerza, siendo las intensidades máximas previsibles para cada circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento cálculos del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

### 3.7.7.2 Características de los tipos de conductores elegidos.

Las características relativas a los conductores elegidos las podemos encontrar en el capítulo anexos.

### 3.7.7.3 Canalizaciones.

- Líneas generales:

La canalización de las líneas generales de la nave se realizara a través de bandeja porta cables de malla de acero galvanizado de dimensiones 400x100mm. Las líneas partirán desde el cuadro general de distribución en el interior de tubos metálicos hasta llegar a la altura de la bandeja, que estará a 4 metros del suelo, y a partir de aquí las líneas se llevarán a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave a través de la bandeja. Cuando las líneas lleguen a donde están situados los cuadros auxiliares, se bajaran mediante tubos metálicos.

- Líneas secundarias:

La canalización de las líneas que alimentan la maquinaria, se realizará partiendo desde el cuadro secundario correspondiente, bajando los conductores, mediante tubo metálico hasta el suelo. Las líneas se llevarán a las máquinas mediante canalización subterránea a una profundidad de 0,7 metros.

La canalización de las líneas que alimentan los aparatos de alumbrado se realizarán, partiendo del cuadro correspondiente, subiendo los conductores a través de tubos metálicos grapados a la pared hasta la bandeja. Se llevaran a través de la bandeja que rodea la nave y de aquí se volverán a distribuir bajo tubo colgados del techo.

La canalización de la zona de las oficinas y vestuarios, se realizará a través de tubos de PVC que irán a través de falso techo.

## 3.8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ENLACE.

### 3.8.1 Centro de transformación.

#### 3.8.1.1 Reglamentación.

En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centros de transformación contenidas en los reglamentos y disposiciones siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas técnicas de la edificación NTE.
- Normas particulares de Iberdrola.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.

### 3.8.1.2 Centro de transformación de red pública y centro de transformación de abonado.

Cuando se trata de alimentar a diversos abonados en baja tensión, la empresa distribuidora, instala un CT de potencia adecuada al consumo previsto del conjunto de abonados. Por tanto, el CT es propiedad de la empresa suministradora de electricidad la cual efectúa su explotación y mantenimiento, y se responsabiliza de su funcionamiento. Por tanto, este CT forma parte de la red de distribución también denominada “red pública”.

Ahora bien, a partir de determinada potencia y /o consumo existe la opción de contratar el suministro de energía directamente en media tensión. En este caso, el abonado debe instalar su propio CT y realizar su explotación y mantenimiento. Se habla pues de un “**CT de abonado**”. El precio de la energía en media tensión es más bajo que en baja tensión, a partir de ciertas potencias (KVA) y /o consumos (KWH) resulta más favorable contratar el suministro en media tensión, aun teniendo en cuenta el coste del CT y su mantenimiento (ambos a cargo del abonado). Esta opción de CT propio presenta otras ventajas adicionales:

- Independencia respecto de otros abonados de baja tensión.
- Poder elegir el régimen de neutro de baja tensión más conveniente, aspecto importante para ciertas industrias, en las que la continuidad de servicio puede ser prioritaria.
- Poder construir el CT, ya previsto para futuras ampliaciones.

### 3.8.1.3 Situación y emplazamiento.

El centro de transformación está ubicado en el exterior de la nave industrial, en un local destinado exclusivamente a su uso.

### 3.8.1.4 Obra civil.

#### 1. Local

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón modelo PFU-4, con unas dimensiones 6,08 x 2,38 y altura 3 m., cuyas características se describen en el apartado de la siguiente memoria.

El acceso al Centro de Transformación estará restringido al personal de la compañía eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de tres puertas peatonales cuyos sistemas de cierre permitirán el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

## 2. Características del local

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo PFU-4.

Las características más destacadas del CTC prefabricado serán:

### a) Compacidad

Esta serie de prefabricados se montarán en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- Calidad en origen.
- Reducción del tiempo de instalación.
- Posibilidad de posteriores traslados

### b) Facilidad de la instalación

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación. Las dimensiones exteriores del centro son de 6,08 x 2,38 x 3 m. La superficie del centro es de 14,47 m<sup>2</sup>. Las dimensiones interiores del centro son de 5,9 x 2,2 x 2,31 m. Las dimensiones de la excavación para el montaje del centro son de 6,88 m de ancho por 3,18 m de fondo por 0,56 m de profundo.

### c) Material

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

Los paneles que forman la envolvente están compuestos de hormigón vibrado, estando las armaduras del hormigón unidas entre si y al colector de tierras según la RU 1303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k $\Omega$  respecto a la tierra de la envolvente.

El acabado estándar del centro se realiza con poliuretano, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.

### d) Equipotencialidad

La propia armadura de mallado electro soldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la recomendación UNESA 1303 A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

#### e) Impermeabilidad

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

#### f) Grados de protección

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP239, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP339.

Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

### Envolvente

La envolvente (base, paredes, y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

La envolvente estará diseñada de tal forma que se garantizará una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

### Suelos

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se tapanán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

### Cuba de recogida de aceite

La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad suficiente para albergar dos transformadores de hasta 1000KVA, estando diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base. En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

### Puertas y rejillas de ventilación

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxi. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hará muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas se pueden abrir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.

## 3.8.1.5 Características generales del centro de transformación.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo exterior, empleado para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-20.099.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13,2 KV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

## 3.8.1.6 Potencia necesaria para el centro de transformación.

Dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador, así estará sobredimensionado previendo una futura ampliación (la demanda de potencia de la nave industrial es de 343,798 kVA).

S=630 kVA.

V=400V.

$$I_a = \frac{S}{V \times \sqrt{3}} = 909,32 \text{ A.}$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.G.D. la haremos llegar mediante una línea subterránea que partirá del centro de transformación.

L= 35m

$\Delta V$  (%)= 0,24%.

### 3.8.1.7 Características de la red de alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterránea a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia.

### 3.8.1.8 Características de la aparamenta de alta tensión.

#### **Características generales celdas SM6**

- Tensión asignada: 24kV

Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra: A frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50kV ef.

A impulso rayo: 125kV cresta.

- Intensidad asignada en funciones de línea: 400 A.
- Intensidad asignada en interruptor automático: 400 A.
- Intensidad asignada en ruptura fusibles: 200 A.
- Intensidad nominal admisible de corta duración: Durante un segundo 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta, es decir, 2.5 veces la In admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.

- Puesta a tierra: el conductor de puesta estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.
- Embarrado: el embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

## 1. CELDA DE LINEA/ DE REMONTE:

Celda de interruptor-seccionador de tres posiciones gama SM6, permite comunicar el embarrado del conjunto de celdas con los cables, cortar la corriente nominal, seccionar esta unión o poner a tierra simultáneamente las tres bornes de los cables de Media Tensión.

Las dimensiones de la celda son: 480 mm de anchura, 850 mm de profundidad, 1800 mm de altura, y contenido:

- Tensión nominal: 24kV.
- Intensidad nominal:

Acometida e interconexión de celdas: 400 A.

## 2. CELDA DE PROTECCIÓN CON FUSIBLES

Celda de interruptor-seccionador de tres posiciones gama SM6, modelo CGCOSMOS-P, Celda modular, de función de protección con fusibles, provista de un interruptor seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesto a tierra, antes y después de los fusibles) y con protección con fusibles limitadores.

Se utiliza para las maniobras de conexión, desconexión y protección, permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas.

Las dimensiones de la celda son: 370 mm de anchura, 850mm de profundidad, 1800 mm de altura, y conteniendo:

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 24 kV.
- Intensidad nominal:

En barras e interconexión celdas: 400 A.

Bajante transformador: 200 A.

- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial durante 1 min.

A tierra entre polos y entre bornes del seccionador abierto: 50 kV.

A la distancia de seccionamiento: 60kV.

- Tensión soportada a impulso tipo rayo:

A tierra entre polos y entre bornes del seccionador abierto: 125 kV.

A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

- Intensidad de corta duración (circuito principal)

Valor eficaz 1s: 16 kA.

Valor eficaz 3s: 16 kA.

Valor de pico: 40 kA.

- Poder de corte de corriente principalmente activa: 400 A.
- Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico): 40 kA.
- Categoría de interruptor s/IEC 60265-1:  
"E3": 400 A/ 40kA
- Poder de apertura de cortocircuito (fusibles):  
16kA

- Intensidad de corta duración (circuito de tierras)

Valor eficaz 1s: 1/3kA

- Valor eficaz 3s: 1/3kA
- Valor de pico: 2 kA.
- Poder de cierre del seccionador de tierra (valor de pico): 2 kA.
- Categoría del seccionador de tierra s/IEC 60129 E2-M0
- N° de cierres contra cortocircuito: 5
- Categoría de intersección combinado interruptor-relé ekorRPT.

- ( I máxima de corte según TD 5 IEC 60420): 1250 A.
- Corriente de transición combinado interruptor-fusible:  
( I máxima de corte según TD 4 IEC 60420): 1300 A.

### 3. CELDA DE MEDIDA

Celda modular de medida de tensión e intensidad con entrada inferior lateral por barras y salida inferior lateral por cables gama SME6, modelo CGMCOSMOS- M.

Las dimensiones de la celda son: 370 mm de anchura, 850mm de profundidad, 1800 mm de altura, y contenido:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Entrada lateral inferior izquierda por barras y salida inferior por cable.
- Transformadores de intensidad de relación 45/5 A, 15 VACL.0.5, I<sub>th</sub>=200In y aislamiento 24kV.
- Transformadores de tensión, unipolares, 13,2 kV/110V. Un y aislamiento 24 kV.

### 4. TRANSFORMADOR

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en vacío de 420 V entre fases y neutro.

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y a las normas particulares de la compañía suministradoras, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 630 kVA
- Tensión nominal:

Primaria: Tensión más elevada para el material 24kV.

Secundario en vacío: 420V.

- Tensión de servicio inicial: 13200 V.
- Regulación en el primario: +2,5% +5% + 7,5% +10%.
- Tensión de cortocircuito: 4%.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:

Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50s : 125kV.

- Perdidas en Vacío: 1030W.
- Perdidas en Carga: 6500W

Tensión de ensayo a 50 Hz 1 min 50kV.

- Rendimiento referido de 75% a 99%.
- Peso: 1750 kg
- Clase térmica: B
- Temperatura ambiente: 40° C
- Refrigeración por aire natural
- Construidos según normas UNE 20-104 Y UNE 20-178, EN 60742 Y IEC 742.

#### Conexión en el lado de alta tensión

- Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 16 mm<sup>2</sup> en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

#### Conexión en el lado de baja tensión

- Juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco RV, aislamiento 0,6/1 kV, de 240 mm<sup>2</sup> en Cu con sus correspondientes elementos de conexión.

### 3.8.1.9 Características del material de alta tensión.

### Embarrado general celdas SM6

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

### Piezas de conexión celdas SM6

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza Allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

## 3.8.1.10 Características de la aparamenta de baja tensión.

### **Cuadro BT Transformador: Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor manual de corte en carga de 400 A.
- 1 Salida formadas por bases porta-fusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base porta-fusible de 32 A y cartucho porta-fusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornes (alimentación a alumbrado) y pequeño material.
- Características eléctricas:
- Tensión asignada: 440 V
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)

A tierra y entre fases: 10 kV Entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo: a tierra y entre fases: 20 kV

Dimensiones:

- Altura: 1,8m
- Anchura: 0,37m
- Fondo: 0,85m

### 3.8.1.11 Medida de la energía eléctrica.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 1800mm de alto x 370mm de ancho y 850mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Regleta de verificación normalizada por la Compañía Suministradora.
- Contador de energía activa de triple tarifa CL 1.
- Contador de energía reactiva, de simple tarifa, CL 3.
- Reloj de conmutación de tarifas.

### 3.8.1.12 Puesta a tierra

#### 1. Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, tales como:

- Chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Puertas metálicas de los edificios.
- Armaduras metálicas de los edificios.
- Blindajes metálicos de los cables.
- Tuberías y conjuntos metálicos.
- Carcasas de transformadores.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

#### 2. Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los neutros de los transformadores.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Limitadores, descargadores, auto válvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.

- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

### **3. Tierras Interiores.**

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable d 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando al anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP545.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

## **3.8.1.13 Instalaciones secundarias.**

### **1. Alumbrado**

En el interior del centro de transformación se instalarán seis puntos de luz capaz de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

### **2. Alumbrado de emergencia y señalización**

Se colocarán 3 luminarias de emergencia y señalización de 100 Lm y 6 W.

### **3. Tomas de corriente**

Se colocará 1 toma de corriente monofásica de 15 A.

### **4. Protección contra Incendios**

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B de nieve carbónica, 5kg.

### **5. Ventilación**

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

El centro de transformación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en el laboratorio Labein (Vizcaya-España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia hasta 1000 kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

## 6. Medidas de seguridad en celdas SM6

Las celdas tipo SM6 dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE 20.099, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

## 7. Protecciones de los elementos del Centro de Transformación

Interruptor automático magnetotérmico: Características principales:

- Calibre: 16A
- Poder de corte: 25kA
- Nº de polos: III+N
- Curva B.

Interruptor Diferencial: Características principales:

- Calibre: 25A
- Sensibilidad: 30 mA.
- Nº de polos: III+N
- Curva C.

## Circuito Alumbrado CT:

Sección del cable:  $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

Interruptor automático magnetotérmico: Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 6kA.
- Nº de polos: I + N
- Curva: C.

Circuito Emergencias CT:

Sección del cable:  $1 \times 1,5/1,5 + TT 1,5 \text{ mm}^2$

Interruptor automático magnetotérmico: Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 6kA.
- Nº de polos: I + N
- Curva: C.

Circuito tomas 1F CT:

Sección del cable:  $1 \times 2,5/2,5 + TT 2,5 \text{ mm}^2$

Interruptor automático magnetotérmico: Características principales:

- Calibre: 6 A.
- Poder de corte: 6kA.
- Nº de polos: III + N
- Curva: C.

### 3.8.2 Acometida.

La línea de enlace estará incluida dentro del anillo de alimentación que proporciona IBERDROLA S.A. y partirá del centro de transformación, propiedad de la compañía IBERDROLA S.A.

Según el condicionado técnico facilitado por IBERDROLA S.A., la modificación del centro de transformación Nº 1 de IBERDROLA, S.A. saldrá una línea subterránea hasta el centro de transformación de la propiedad, situado en la parte delantera de la nave industrial, tal y como se indica en los planos. La distancia entre estos dos puntos es de 15 metros.

- Naturaleza del conductor: Aluminio Designación UNE: Dhz1-12/20 kV Sección: 50 mm<sup>2</sup>
- Tensión nominal: 13,2 kV Tensión prueba-5 min: 30kV
- Nivel de aislamiento a impulsos: 125kV Aislamiento: XLPE
- Diámetro exterior: 26,2 mm
- Intensidad admisible en régimen permanente, 1 terno a 1m de profundidad a 25 °C:

330 A.

- Longitud del conductor 15 m

Para el tendido de los conductores se realizará una zanja de 0.70 m de anchura y 1.20 de profundidad. En el fondo de la cual se colocarán dos tubos de PVC rígido de 180 mm diámetro exterior y 0,6 mm de espesor, según determina ITC-BT-21 en la tabla número 9. En el interior de uno de ellos se alojarán los conductores, quedando el otro de reserva.

Los tubos estarán perfectamente asentados sobre un lecho de hormigón y cubiertos por el mismo material con una capa de 8 cm de espesor. Encima de dicha capa se colocará una cinta de señalización de polietileno y se rellenará la zanja con zahorra debidamente compactada.

El cable a utilizar para cada una de las fases será de una sola pieza, y contará en sus extremos con botellas terminales, aptas para el servicio correspondiente al punto de instalación.

Al realizar el tendido de los conductores, se dejará un pequeño bucle tanto en la arqueta junto al apoyo metálico, como en la de llegada al centro de transformación. Esto evitará tener que empalmar el cable en caso de fallo de una botella terminal. Al objeto de facilitar el tendido y posterior mantenimiento de los conductores, se colocarán arquetas de registro, provistas de marcos y tapa de hierro fundido.

Para la elección de los cables tal y como define esta misma instrucción se deberá tener en cuenta que los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida y cumplirán con las normas UNE 21.123 y UNE 2111002.

Para el cálculo de la sección de los cables se tendrá en cuenta la potencia prevista por el usuario, cumpliendo el criterio de intensidades admisibles, teniendo en cuenta lo que se indica en lo dispuesto en ITC-BT-07 para cables aislados en el interior de tubos enterrados.

### 3.8.3 Línea general de alimentación.

Al tratarse de un único usuario nuestra instalación podrá simplificarse como se describe en el esquema 2.1 del apartado 2.1 de la ITC-BT-12, en donde se describe, que podrá coincidir la celda de protección y el equipo de medida en la misma envolvente y no existir la línea general de alimentación, siendo los fusibles de seguridad los de la caja general de protección y medida.

### 3.8.4 Derivación individual.

En el caso de los conductores destinados a alimentar el C.G.D, se tendrá en cuenta lo descrito en el apartado de la ITC-BT-07 para conductores enterrados en el interior de tubos.

La alimentación será trifásica, 400V entre fases y 230V entre fase y neutro.

Se dimensionara la sección del conductor para la máxima potencia que se puede llegar a alcanzar. Dicha potencia es de 277,46kW.

Al tratarse de un único usuario en que no existe línea general de alimentación, se tomara una caída de tensión del **1,5%**, tal y como indica la ITC-BT-15.

El cálculo de la intensidad máxima admisible y de la sección del conductor a emplear, están realizados en el apartado cálculos 1.3.2 del presente proyecto.

### 3.8.5 Equipos de conexión de energía reactiva.

#### 3.8.5.1 Introducción.

Únicamente la potencia activa, se puede transformar en potencia mecánica o en potencia calorífica; por consiguiente, tanto las empresas suministradoras de energía eléctrica como los usuarios deben procurar, para una instalación dada, obtener el máximo de potencia activa.

De una manera general, la expresión factor de potencia se utiliza para designar la relación de la potencia de que se dispone realmente en una instalación (potencia activa) y la que hubiera podido disponerse si la tensión y la corriente de la instalación estuvieran idealmente en fase.

De una forma más estricta, se denomina factor de potencia a la relación entre la potencia activa o efectiva y la potencia aparente de una instalación:

$$\text{Factor de potencia} = P/S = \cos\phi$$

#### 3.8.5.2 Ventajas de un elevado factor de potencia.

Un elevado factor de potencia produce, en general, las siguientes ventajas:

- Facilita el suministro de la tensión nominal a los aparatos receptores, tales como motores, lámparas, etc.
- Mejora la regulación de tensión en transformadores, motores, etc.
- Disminuye las pérdidas por calentamiento en los conductores de alimentación.

- Disminuye las pérdidas por calentamiento en los transformadores.
- Permite la obtención de la potencia activa nominal en los transformadores y generadores.
- Libera potencia de los generadores y transformadores, lo que les permite soportar sobrecargas adicionales.
- Evita la pérdida de capacidad de carga de los conductores.
- Disminuye los costes de tarificación de energía eléctrica, por una de estas causas:
  - a) Si existe penalización por actuar con bajo factor de potencia.
  - b) Si existe bonificación por actuar con elevado factor de potencia.

### 3.8.5.3 Solución adoptada.

Teniendo en cuenta las características de los dos tipos de condensadores anteriormente citados, se ha optado por el compensador estático, es decir, utilizar condensadores para producir la energía reactiva necesaria para compensar la energía reactiva consumida en la instalación eléctrica. Concretamente, se va a instalar una batería de condensadores de la serie CIRVAC VR-6 400/50Hz, en concreto, VR 6/6 150-400, de las siguientes características:

- Potencia: 150 KVAR.
- Tipo: batería automática, repartida en bloques de 10+20+35+55+60 kVAR.
- Tensión: 400V.
- Intensidad: 217 A.
- Peso 108 kg.
- Dimensiones: 615x1330x400 mm.

La unión del conductor de la batería de condensadores se hace mediante un cable de cobre con aislamiento de polietileno reticulado de sección 3x70mm<sup>2</sup>.

Se elige un interruptor automático de intensidad nominal 250 A y poder de corte de 36 kA para proteger la batería de condensadores.

## 3.9 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES INTERIORES.

### 3.9.1 Interconexión de las distintas partes de la instalación.

El cuadro eléctrico es el punto de paso de la corriente eléctrica y en el que se deben instalar los dispositivos generales e individuales de mando y protección de una instalación eléctrica.

La instalación debe subdividirse convenientemente, de forma que una avería en algún punto de la misma solo afecte a un sector limitado de ella. Este hecho se consigue mediante la colocación de dispositivos de protección coordinados y diseñados de forma que se asegure la selectividad necesaria de la instalación. En este sentido se recomienda un sistema de cuadros que incluya:

- Un cuadro general de distribución, del que partirán las líneas que distribuyen la energía hasta los cuadros secundarios.
- Una serie de cuadros secundarios de distribución, derivados de los anteriores. De estos cuadros secundarios, si fuese necesario, podrán salir a su vez otros cuadros.

Todos los cuadros deberán disponer de los correspondientes cierres de seguridad que impidan que personas ajenas al equipo de mantenimiento pudieran manipular en su interior.

### 3.9.2 Cuadro general de distribución.

#### **Ubicación:**

El CGD se encuentra ubicado en la zona de producción a una altura medida desde el suelo comprendida entre 1,4 y 2m.

#### **Composición:**

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros eléctricos de donde partirán los circuitos interiores, y constarán como mínimo de los siguientes elementos:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que éste dotado de elemento de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor servirá de protección general con los situados aguas abajo, con los que deberá estar coordinado para que exista la correspondiente selectividad. Este interruptor deberá llevar asociada una protección diferencial, destinada a la protección contra contactos indirectos. Con esta protección en el origen de la instalación se consigue proteger mediante diferenciales toda la instalación y al mismo tiempo conseguir una elevada continuidad de servicio, pues permite actuar ante un fallo fase-masa en los niveles superiores de distribución, o como protección de los usuarios si alguno de los diferenciales ubicados aguas abajo (en los cuadros auxiliares, por ejemplo) quedara fuera de servicio de forma accidental o intencionada. Este diferencial en el origen de la instalación, se encontrará en serie con diferenciales instalados aguas abajo por lo que deberá establecerse la adecuada selectividad y con retardo de tiempo.

- Las líneas que partiendo de estos cuadros alimenten otro cuadro auxiliar, deberán disponer de dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.
- Si además de estos cuadros parten líneas para la alimentación directa de alguna carga, cada uno de los circuitos deberá contar con los siguientes dispositivos:
  - Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
  - Un interruptor diferencial, destinado a la protección contra contactos indirectos en los mencionados circuitos, que deberá establecerse con la correspondiente selectividad respecto a la protección diferencial dispuesta en la cabecera de la instalación.

### **Características:**

Las dimensiones del cuadro que se elija para la ubicación de toda la paramenta necesaria para la protección, control y maniobra de los circuitos que partirán de él, así como del nivel de segregación que se pretenda aplicar, debe ser al menos un 30% superior a las dimensiones obtenidas en su cálculo, posibilitando de esta forma posibles ampliaciones en la instalación.

Las envolventes de los cuadros se ajustaran a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.493-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20.324 y de protección mecánica mínima IK07 según UNE 50.102.

La elección de los cuadros debe realizarse de modo que se permita la sustitución de cualquiera de sus componentes en el mismo tiempo posible, evitando siempre la necesidad de desmontar otros no implicados en la sustitución.

Cada cuadro deberá incluir además un sinóptico con el esquema unifilar correspondiente.

### **3.9.3 Cuadros auxiliares.**

#### **Ubicación:**

Se instalarán cuatro cuadros auxiliares de los cuales tres se encuentran ubicados en la zona de producción y otro en la parte del distribuidor, todos ellos colocados a una altura medida desde el suelo comprendida entre 1,4 y 2m.

#### **Composición:**

Los cuadros auxiliares constarán como mínimo de los siguientes elementos:

Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento y que esté dotado de elemento de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

- Interruptores diferenciales destinados a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, y selectivos respecto a la protección diferencial colocada aguas arriba.
- Dispositivos de corte omnipolar destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de las diferentes circuitos.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones.

### **Características:**

Se cumplirán las mismas características expuestas para el CGD.

### 3.9.4 Líneas de alimentación secundarias y circuitos interiores.

De los cuadros generales saldrán las líneas que alimentan directamente aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución que conectarán los cuadros secundarios de distribución, de los que partirán los distintos circuitos alimentadores.

Deberán preverse circuitos distintos para las partes de la instalación que es necesario controlar separadamente, tales como alumbrado, tomas de corriente, alimentación de la maquinaria, etc., de forma que no se vean afectados dichos circuitos por el fallo de otros, o incluso por su normal funcionamiento como consecuencia de las perturbaciones que se puedan introducir en la red por parte de algunos receptores.

Todos los circuitos deben quedar identificados en sus puntos extremos, así como en las cajas permanentes, su destino, cuadro de procedencia e interruptor que le protege.

Además para distribución de los circuitos interiores se deberá seguir la pauta marcada en los siguientes puntos:

- Se deben instalar uno o varios interruptores diferenciales, garantizando la protección con sensibilidad máxima de **30 mA** en todos los circuitos que estén al acceso de personas (en aquellos otros en los que no sea posible el contacto indirecto, por ejemplo, tramos enterrados, tramos entre cuadros inaccesibles, etc., o en aquellos en los que la continuidad del suministro sea fundamental, podrá admitirse el empleo de diferenciales de sensibilidad **300 mA** o superior).
- En los receptores especialmente problemáticos (ya sea por el tipo de corriente que generan, por su potencia, por la probabilidad de fallos de aislamiento, por la posibilidad de fugas, etc.) se optara por utilizar un diferencial para cada receptor, con el objeto de que la actuación del mismo no suponga la desconexión de otras partes de la instalación.

- En las instalaciones para alumbrado de locales o dependencias donde se reúna público en general (por ejemplo, vestíbulos, pasillos, corredores, salas de espera y salas de juntas), el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar, deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos y contra contactos indirectos.
- Los circuitos para el alumbrado de seguridad, en el caso que alimenten aparatos autónomos, podrán estar conectados al circuito de alumbrado normal, debiendo existir un interruptor manual que permita la desconexión del alumbrado normal sin desconectar el alumbrado de emergencia.

## 3.10 ILUMINACIÓN.

### 3.10.1 Introducción.

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores, tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial a la hora de realizar cualquier tipo de tareas de manera adecuada, segura y confortable.

El objetivo de una iluminación es producir un ambiente adecuado ambiente visual. Un ambiente es adecuado si asegura el confort visual y si cumple con los requerimientos para las tareas visuales según la función del local. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz. Un espacio interior cumple con esos requerimientos si sus partes pueden verse bien sin ninguna dificultad y si una tarea visual dada puede ser realizada sin esfuerzo.

En un principio se detallan los principales conceptos luminotécnicos y un resumen de las bases teóricas que van a fundamentar los cálculos realizados.

### 3.10.2 Sistemas de iluminación.

Los sistemas de iluminación básicos son tres: alumbrado general, alumbrado general localizado y alumbrado localizado. Su elección depende de las condiciones y necesidades de las tareas que se realizaran en el lugar.

Alumbrado general: Los sistemas de alumbrado general tienen el objetivo de garantizar un determinado nivel de iluminación homogéneo a todos los puestos situados en un mismo plano en el local.

Alumbrado general localizado: Los sistemas de alumbrado general localizado no tienen el objetivo de garantizar un nivel de iluminación uniforme para todo el local, sino de iluminar, con el mismo o con diferentes niveles de iluminación, el local por zonas, en las cuales están situados los medios de producción de manera no uniforme.

Alumbrado localizado: Los sistemas de alumbrado localizado siempre están asociados a uno de los dos sistemas anteriores. Su objetivo es suministrar, mediante una luminaria situada en el propio puesto de trabajo, la cantidad de luz necesaria para que, agregado a la aportada por un sistema general o general localizado, complete el nivel de iluminación requerido por la tarea que se realiza en ese puesto

### 3.10.3 Lámparas.

Las lámparas empleadas tanto en iluminación de interiores como en el de exteriores abarcan casi todos los tipos existentes en el mercado (incandescentes, halógenas, fluorescentes, LED etc.). Las lámparas escogidas, por lo tanto, serán cuyas características (fotométricas, cromáticas, consumo energético, economía de instalación y mantenimiento, etc.) mejor se adapte a las necesidades de cada instalación (nivel de iluminación, dimensiones del local, ámbito de uso, potencia de la instalación...).

Los tipos de lámparas más utilizados según el ámbito de uso se detallan a continuación:

- Lámparas incandescentes: El fundamento de la incandescente es conseguir luz por medios de la agitación térmica de los átomos del material con el que está hecho el filamento. El filamento se comporta como un radiador térmico con una emisividad espectral cercana a la unidad.
- Lámparas halógenas: Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con objeto de crear una reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo.
- Lámparas fluorescentes: Constan de un tubo de vidrio, lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga del vapor de mercurio a baja presión. No pueden funcionar mediante conexión directa a la red, necesitan un dispositivo llamado, balasto, el cual limita el flujo de la corriente eléctrica a través de ella y que también proporcione el pico de tensión para el encendido de la lámpara.
- Lámparas fluorescentes compacta: Es un tipo de lámpara fluorescentes que se puede usar con casquillos estándar con rosca Edison estándar y están concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes.

- Lámparas de vapor de mercurio: El funcionamiento de este tipo de lámparas es el siguiente: se conecta la lámpara a través del balasto, se aplica una diferencia de potencial entre los electrodos principal y auxiliar o de arranque, lo que hace que entre ellos y a través del argón contenido en el bulbo de descarga, salte un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales a través de la atmósfera de vapor de mercurio.
- Lámparas de halogenuros metálicos: Su constitución es similar a las de vapor de mercurio de alta presión, conteniendo halogenuros (indio, talio, etc.) que mejoran la eficacia y el rendimiento de color. No producen apenas radiaciones ultravioletas por lo que se construyen normalmente transparentes y con ampollas cilíndricas. Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Este tipo de lámparas tienen una gran variedad de aplicaciones tanto en interior como en exterior.
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión: En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión. Al conectar la lámpara se produce una descarga a través del neón cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión: Desarrolladas con el objetivo de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.
- Lámparas de inducción: Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmósfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.
- Lámparas LED: Los LED son dispositivos semiconductores de estado sólido lo cual los hace robustos, fiables, de larga duración y a prueba de vibraciones, que pueden convertir la energía eléctrica directamente en luz. El interior de un LED es un pequeño semiconductor encapsulado en un recinto de resina de epoxi.

En contra de otros sistemas, los LED no tienen filamentos u otras partes mecánicas sujetas a rotura ni a fallos por "fundido", no existe un punto en que cesen de funcionar, sino que su degradación es gradual a lo largo de su vida. Se considera que a aproximadamente a las 50.000 horas, es cuando su flujo decae por debajo del 70% de la inicial, eso significa aproximadamente 6 años en una aplicación de 24 horas diarias 365 días/año.

**Para este proyecto el tipo de lámparas que usaremos serán LED.** A continuación se exponen las ventajas más importantes respecto a los otros grupos de lámparas:

### Ventajas de usar LEDs

#### **Generales:**

- Vida larga (hasta 50.000 horas).
- Reducción de costes de mantenimiento.
- Mayor eficacia que las lámparas incandescentes y halógenas.
- Sin radiación IR ni UV.
- Puede usarse ópticas de plástico de alta eficiencia.

#### **Seguridad/bajas temperaturas.**

- Capaz de encender a bajas temperaturas (hasta -40°C).
- Trabaja a baja tensión en continua.
- Alta eficacia en ambientes fríos.
- Sellado de por vida en luminarias estancas.

#### **Medioambiente:**

- No contiene mercurio.

### 3.10.4 Aparatos de alumbrado.

Las luminarias son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen todos los elementos necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación y en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación. De manera general consta de los siguientes componentes:

- **Armadura o carcasa:** Es el elemento físico mínimo que sirve de soporte y delimita el volumen de la luminaria conteniendo todos sus elementos.
- **Equipo eléctrico:** Sería adecuado a los distintos tipos de fuentes de luz artificial y en función de la siguiente clasificación:
  - Incandescentes normales sin envolventes auxiliares.
  - Halógenas de alto voltaje a la tensión normal de la red, o de bajo voltaje con transformador o fuente electrónica.
  - Fluorescentes con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.

- De descarga con reactancias o balastos, condensadores e ignitores, o conjuntos electrónicos de encendido y control.
  - De tipo Led.
- **Reflectores:** Son determinadas superficies en el interior de la luminaria que modelan la forma y dirección de flujo de la lámpara. La mayoría de las luminarias convencionales van provistas de un reflector de una y otra forma con objeto de crear una distribución adecuada de la luz.
- **Difusores:** Elemento de cierre o recubrimiento de la luminaria en la dirección de la radiación luminosa. Los tipos más usuales son:
- Opal liso (blanca) o prismática (metacrilato traslucido).
  - Lamas o reticular (con influencia directa sobre el ángulo de apantallamiento).
  - Especular o no especular (con propiedades similares a los reflectores).
- **Filtros:** En posible combinación con los difusores sirven para potenciar o mitigar determinadas características de la radiación luminosa.

Las principales características que se suelen exigir a una luminaria son las siguientes:

#### Características ópticas:

- Tener una repartición luminosa adaptada a su utilización.
- La luminancia tiene que ser menor o igual que un valor determinado en una dirección de observación. Es decir, que deslumbre poco.
- Tener un rendimiento luminoso elevado.

#### Características eléctricas y mecánicas:

- Construcción eléctrica que permita su uso sin riesgo de descargas.
- Equipo eléctrico adecuado que permita su colocación y mantenimiento de forma sencilla.
- Calentamiento compatible con su constitución y utilización.
- Resistencia mecánica suficiente.
- Que este fabricado en un material adaptado a su utilización y entorno.
- Facilidad de montaje y limpieza.
- Proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos.

Otros conceptos luminotécnicos a tener en cuenta al calcular la iluminación son los siguientes:

- **Coefficiente de utilización:** El coeficiente de utilización es la relación entre el flujo de la zona a iluminar y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. Este valor está íntimamente relacionado con el índice del local, es decir con las características geométricas del local. También dependerá en gran medida del color y la textura de las paredes, sobre todo en los locales pequeños.
- **Factor de mantenimiento:** El factor de mantenimiento de la luminaria tiene en cuenta la disminución del flujo luminoso de la luminaria en consecuencia del ensuciamiento en esta última. Viene a ser la relación entre el rendimiento de una luminaria al momento de la limpieza y el valor inicial. Depende de la forma de construcción de la luminaria y de la posibilidad de ensuciamiento que conlleva, es decir, dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de las lámparas defectuosas.

Para una limpieza anual de las luminarias se puede tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento
Limpio	0,8
Sucio	0,6

### 3.10.5 Clasificación de las luminarias.

Las luminarias pueden clasificarse de muchas maneras aunque lo más común es utilizar criterios ópticos, mecánicos o eléctricos.

#### Clasificación según las características ópticas de la lámpara

Una primera manera de clasificar las luminarias es según el porcentaje del flujo luminoso emitido por encima y por debajo del plano horizontal que atraviesa la lámpara. Es decir, dependiendo de la cantidad de luz que ilumine hacia el techo o al suelo. Según esta clasificación se distinguen seis clases:

- **Alumbrado directo:** Es el que presenta mayor rendimiento luminoso en el plano horizontal. La mayoría (90-100%) del flujo está dirigido hacia la zona a iluminar. Se consigue colocando un material reflector por encima de la lámpara. Se recurre a él siempre que se necesitan altos niveles de iluminación. El principal problema es la proyección de sombras fuertes y duras sobre el plano del trabajo; la iluminación general de paredes y espacio en general es deficiente, y los techos quedan oscuros. Este tipo es totalmente necesario en locales de gran altura.

- **Alumbrado semindirecto:** Es aconsejable para locales de altura reducida y con techos claros para aprovechar la luz reflejada. Tiene peor rendimiento que el sistema anterior, aunque la componente indirecta reduce en parte los contrastes que produce la directa. Puede ser empleado en oficinas y colegios, ya que la mayor parte del flujo luminoso (60-90 %) incide sobre la superficie del trabajo, y las paredes y techos quedan moderadamente iluminados.
- **Alumbrado directo-indirecto y difuso:** Si el flujo se reparte al cincuenta por ciento entre procedencia directa e indirecta hablamos de iluminación difusa. El riesgo de deslumbramiento es bajo y no hay sombras, lo que le da un aspecto monótono a la sala y sin relieve a los objetos iluminados. Para evitar las pérdidas por absorción de la luz en techo y paredes es recomendable pintarlas con colores claros o mejor blancos.
- **Alumbrado indirecto:** En la iluminación indirecta casi toda la luz va a la superficie contraria a iluminar (90-100 %). De esta manera se consigue una iluminación de calidad muy parecida a la luz natural, por lo que es recomendable para cualquier tarea, pero dado su bajo rendimiento, se utiliza en pocas ocasiones. Se puede utilizar cuando no son necesarios altos niveles de iluminación, y por los efectos que produce es adecuado para salas de espera, locales de recepción, etc. Los techos y paredes tienen una gran importancia, debiendo ser claros y limpios, tener un acabado mate para que no se reflejen las fuentes de luz, y será necesaria una frecuente renovación del techo para mantener las condiciones originales.

#### Clasificación según las características mecánicas de la lámpara

Las luminarias se clasifican según el grado de protección contra el polvo, los líquidos y los golpes. En estas clasificaciones, según las normas nacionales (UNE 20324) e internacionales, las luminarias se designan por las letras IP seguidas de tres dígitos. El primer número va de 0 (sin protección) a 6 (máxima protección) e indica la protección contra la entrada de polvo y cuerpos sólidos en la luminaria. Además, simultáneamente garantiza la protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas. El segundo va de 0 a 8 e indica el grado de protección contra la penetración de líquidos y sus efectos perjudiciales. A medida que aumenta su valor la cantidad de agua que se necesita para acceder al interior de la envolvente es mayor. Por último, el tercero da el grado de resistencia a los choques.

#### Clasificación según las características eléctricas de la lámpara

Las luminarias deben asegurar la protección de las personas contra los contactos eléctricos. Según el grado de protección eléctrica que ofrezcan las luminarias se dividen en cuatro clases (0, I, II, III).

- **Clase 0:** Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal; descansando la protección, en caso de fallos de aislamiento principal, sobre el medio circulante. La luminaria tiene aislamiento normal sin toma de tierra.

- **Clase I:** Luminarias en las que la protección contra los choques eléctricos recae exclusivamente sobre el aislamiento principal y un conductor de protección conectado a tierra, que debe conectarse al borne marcado.
- **Clase II:** Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos no recae exclusivamente sobre el aislamiento principal, sino que comprende medidas suplementarias, tales como el doble aislamiento o el aislamiento reforzado. Estas luminarias no incorporan toma de tierra.
- **Clase III:** Luminarias en las que la protección contra los contactos eléctricos, se realiza alimentando las luminarias a una muy baja tensión de seguridad entre 40 y 50 voltios (MBTS).

### 3.10.6 Niveles de iluminación.

La iluminación de cada una de las partes de la nave deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella. Siempre se tendrá en cuenta los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad y las exigencias visuales de las tareas desarrolladas. En general, podemos distinguir entre tareas con requerimientos luminosos mínimos, normales o exigentes.

En el primer caso tenemos las zonas de paso (pasillo, vestíbulos, etc.) o los locales poco utilizados (almacenes, cuartos de maquinaria...) con iluminancias entre 50 y 200 lux. En el segundo caso tenemos las zonas de trabajo y otros locales de uso frecuente con iluminancias entre 200 y 1000 lux. Por último están los lugares donde son necesarios niveles de iluminación muy elevados (más de 1000 lux) porque se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalle que se puede conseguir con iluminación local.

Las iluminancias recomendadas según la actividad que va a ser desarrollada y el tipo de local se recogen en la siguiente tabla:

Tareas y clases de local	Iluminación media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
<b>Zonas generales de edificios</b>			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
<b>Centros docentes</b>			
Aulas laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
<b>Oficinas</b>			

Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación CAD/CAM/CAE	500	750	1000
<b>Comercios</b>			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
<b>Industria (en general)</b>			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000

Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
<b>Viviendas</b>			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

### 3.10.7 Cálculo del alumbrado interior.

A la hora de realizar el cálculo del alumbrado interior se deben tener en cuenta varios factores:

- Precisar las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, la cual en el presente proyecto será de 0.85 m.
- Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ) para cada parte del local, dependiendo de la tarea a realizar en el mismo, los cuales se han precisado en el apartado anterior.

- Escoger el tipo de lámpara más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar, en nuestro caso serán de tipo led.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

Tipo de local	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas,	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h=2/3 \times (h' - 0.85)$ Óptimo: $h=4/5 \times (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$D' \approx 1/3 \times (h' - 0.85)$ $H \approx 3/4 \times (h' - 0.85)$

Dónde:

d': Altura entre el techo y las luminarias.

h: Altura entre el plano de trabajo y las luminarias. h': Altura del local.

- Determinar el índice del local k, que depende de la geometría del mismo.

$$K = \frac{a \times b}{a + b} \times h$$

Dónde:

a: Anchura del local.

b: Longitud del local.

h : Altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

- Determinar el factor de reflexión tanto del techo, como de las paredes y del suelo. Usaremos los factores que se muestran en la siguiente tabla:

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
<b>Paredes</b>	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Determinar el coeficiente de utilización, a partir de los factores de reflexión y el índice del local cuyos valores se pueden obtener de las tablas facilitadas por los fabricantes de los distintos tipos de luminaria. En las tablas encontraremos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Estas son las tablas utilizadas en el presente proyecto:

**Tipo de lámparas: Fluorescente empotrado (factores de reflexión: 70%,50%)**

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,45
0,8	0,48
1	0,52
1,25	0,55
1,50	0,58
2	0,60
2,5	0,65
3	0,66
4	0,67
5	0,68

**Tipo de lámparas: Fluorescentes descubierto (regleta) (factores de reflexión: 70%,50%).**

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,32
0,8	0,40
1	0,44
1,25	0,48
1,50	0,52
2	0,57
2,5	0,62
3	0,65
4	0,69
5	0,71

**Tipo de lámparas: luminaria industrial abierta (factores de reflexión: 70%,50%)**

Índice local	Factor de utilización
0,6	0,38
0,8	0,47
1	0,51
1,25	0,55
1,50	0,58
2	0,63
2,5	0,68
3	0,70
4	0,73
5	0,74

- Determinar los factores de mantenimiento de las luminarias, cuyos valores han sido mencionados al final del apartado 3.5 de la presente memoria.
- Determinar el número de lúmenes totales necesarios. El número de se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento.

$$\text{Nº lúmenes} = \frac{Em \cdot a \cdot b}{Cu \cdot Cm}$$

Dónde:

- a: Anchura del local, b: Longitud del local.
  - Cu: Coeficiente de utilización.
  - Cm: Coeficiente de mantenimiento.
  - Em: Nivel de iluminancia (lux)
- Determinar el número de luminarias necesarias para obtener el nivel de iluminación requerido. El número de luminarias necesarias es el resultado que sale de dividir el número totales que necesitamos para iluminar nuestra área de trabajo por el número de lúmenes que nos proporciona el tipo de luminarias que hemos escogido.

$$\text{Nº luminarias} = \frac{\text{N lúmenes}}{N \cdot \Phi}$$

Dónde:

$\Phi$  : Flujo luminoso de la lámpara (lúmenes).  
n: Número de lámparas por luminaria.

- Determinar la distribución de las luminarias a lo largo del local a iluminar. La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del

edificio, tipo de luminaria, etc. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N^{\circ} \text{ ancho} = \frac{N \text{ luminarias}}{b \cdot a}$$

$$N^{\circ} \text{ longitud} = N^{\circ} \text{ ancho} \cdot \frac{b}{a}$$

Dónde:

a: Anchura del local. b: Longitud del local.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y tal como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
<i>Intensiva</i>	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
<b>Extensiva</b>	6 – 10 m	$e \leq 1.5 h$
<b>Semiextensiva</b>	4 – 6 m	
<b>Extensiva</b>	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
<b>Distancia entre pared y luminaria</b>		$e/2$

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogidas sea excesiva. En estos casos conviene recalculer la instalación utilizando lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

- Comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminación media obtenida en la instalación señalada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{C_u \cdot C_m \cdot N^{\circ} \text{ luminarias} \cdot n \cdot \phi}{a \cdot b}$$

### 3.10.8 Solución adoptada.

Para hacer los cálculos lumínicos se ha utilizado el programa Dialux que tendrá en cuenta todos los aspectos y cálculos anteriormente mencionados.

A continuación se hace un resumen de los resultados obtenidos:

#### 1. Planta Baja

##### Zona de producción:

- Solución adoptada:
- 16 luminarias Tipo BY 121P G2 1xLED 205S/840 WB.
- 4 luminarias Tipo WT 460C L1600 1XLED 64S/840 WB.

##### Distribuidor:

- Solución adoptada:
- 3 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

##### Recepción:

- Solución adoptada:
- 6 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

##### Vestuario hombres:

- Solución adoptada:
- 5 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.
- 2 luminarias Tipo DN570B 1XLED 12S/827 PSED-E C.

##### Vestuario mujeres:

- Solución adoptada:
- 5 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.
- 2 luminarias Tipo DN570B 1XLED 12S/827 PSED-E C.

##### Departamento de calidad:

- Solución adoptada:
- 16 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

##### Almacén:

- Solución adoptada:
- 4 luminarias Tipo WT 460C L1600 1XLED 64S/840 WB.

#### 2. Planta Alta

##### Enfermería:

- Solución adoptada:
- 8 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

#### Aseos:

- Solución adoptada:
- 8 luminarias Tipo DN570B 1XLED 12S/827 PSED-E C.

#### Despacho director:

- Solución adoptada:
- 16 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

#### Despacho gerente:

- Solución adoptada:
- 12 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

#### Sala de reuniones:

- Solución adoptada:
- 24 luminarias Tipo RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

#### Pasillo:

- Solución adoptada:
- 4 luminarias Tipo WT 460C L1600 1XLED 64S/840 WB.

### **3. Centro de transformación.**

- Solución adoptada:
- 6 luminarias Tipo DN570B 1XLED 12S/827 PSED-E C.

#### **3.10.9 Cálculo del alumbrado exterior.**

El alumbrado del exterior de la nave industrial del presente proyecto se extenderá por todo su perímetro generará una iluminancia aproximada de más de **50 lux**, para mantener la fachada exterior del recinto iluminada cuando convenga su paso vial con falta de visibilidad y/o iluminar las fachadas de noche.

Las luminarias irán montadas a una altura de 7 m del suelo y sujetas mediante tornillos a la chapa de recubrimiento exterior de la nave. Estos tornillos tendrán que soportar adecuadamente el peso de la luminaria. La distribución de las luminarias está descrita en el documento de Planos, en el plano nº 10 y en el anexo “Cálculos con el programa informático Dialux de la iluminación interior y exterior de la nave”.

### 3.10.10 Solución adoptada.

#### Fachada Noreste:

- Solución adoptada:
- 2 luminarias Tipo BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO.

#### Fachada Noroeste :

- Solución adoptada:
- 2 luminarias Tipo BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO.

#### Fachada Sureste:

- Solución adoptada:
- 3 luminarias Tipo BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO.

#### Fachada Suroeste:

- Solución adoptada:
- 2 luminarias Tipo BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO.

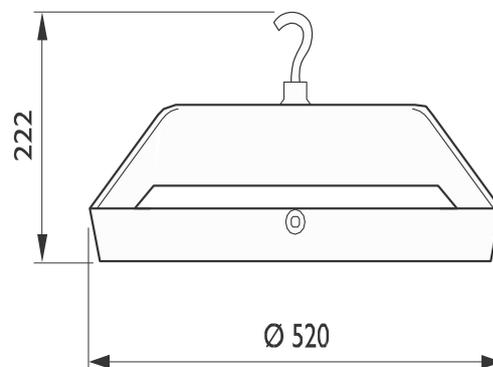
#### Recinto de la parcela:

- Solución adoptada:
- 1 luminaria Tipo BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO.

### 3.10.11 Características de las lámparas y luminarias escogidas.

Las características más importantes de las lámparas y luminarias utilizadas en el presente proyecto son las siguientes:

- BY 121P G2 1xLED 205S/840 WB. (CORELINE CAMPANA).

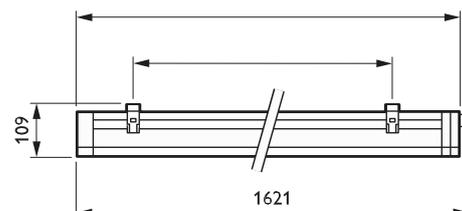
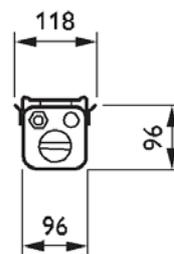


Tras el éxito de la presentación de la campana CoreLine en 2013, la actualización a una nueva generación LED ha mejorado aún más la reproducción del color y la eficiencia de la luminaria. Está diseñada para sustituir a las luminarias convencionales con HPI 250/400 W. Esta campana proporciona a los usuarios todas las ventajas de la iluminación LED: calidad de luz fresca, larga vida útil de servicio y menores costes de energía y mantenimiento. Además, proporciona ventajas muy claras al instalador. La luminaria se puede instalar en la red existente. La conexión eléctrica es sencilla: no es necesario abrir la luminaria para su instalación ni su mantenimiento. Y como es más pequeña y ligera que las luminarias convencionales, se maneja muy fácilmente.

#### Características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 20500 lm.
- Flujo luminoso (Lámparas): 20500 lm.
- Potencia de las luminarias: 198.0 W.
- Clasificación luminarias según CIE: 100.
- Código CIE Flux: 63 95 100 100 100.
- Lámpara: 1 x LED205S/840/.

- WT 460C L1600 1XLED 64S/840 WB.

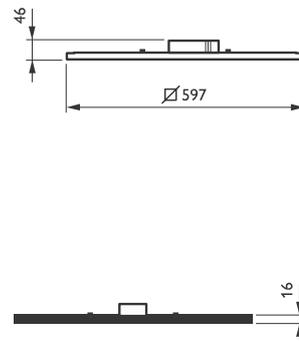


El pacífico LED IP66 es un modelo muy eficiente para poder reemplazar a fluorescentes de hasta 2 x 80w, ahorrando hasta un 60% en costos de energía. La luminaria y sus componentes, controladores y la óptica están diseñados para una amplia gama de aplicaciones y es una solución ideal para las industrias porque contienen vidrio y son fáciles de limpiar. El aparato es fácil de instalar, gracias a los casquillos de extremo inteligentes, proporcionando diversas conexiones eléctricas a través del cableado y a través de las conexiones

#### Características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 6400 lm.
- Flujo luminoso (Lámparas): 6400 lm.
- Potencia de las luminarias: 51.5 W.
- Clasificación luminarias según CIE: 100.
- Código CIE Flux: 63 96 99 100 100.
- Lámpara: 1 x LED64S/840/.

- RC 125B W60L60 1xLED 34S/840.

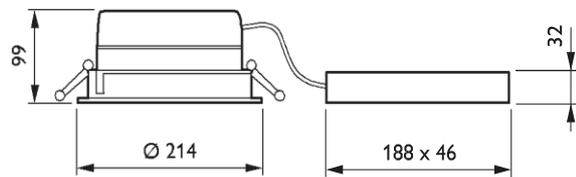


Este Nuevo panel de luz puede emplearse para sustituir a las luminarias en aplicaciones generales de iluminación. Destaca por la calidad de luz que suministra y el gran ahorro que se consigue además de que su mantenimiento es muy sencillo.

#### Características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm.
- Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm.
- Potencia de las luminarias: 41.0 W.
- Clasificación luminarias según CIE: 100.
- Código CIE Flux: 46 78 95 100 100.
- Lámpara: 1 x LED34S/840.

- DN570B 1XLED 12S/827 PSED-E C.

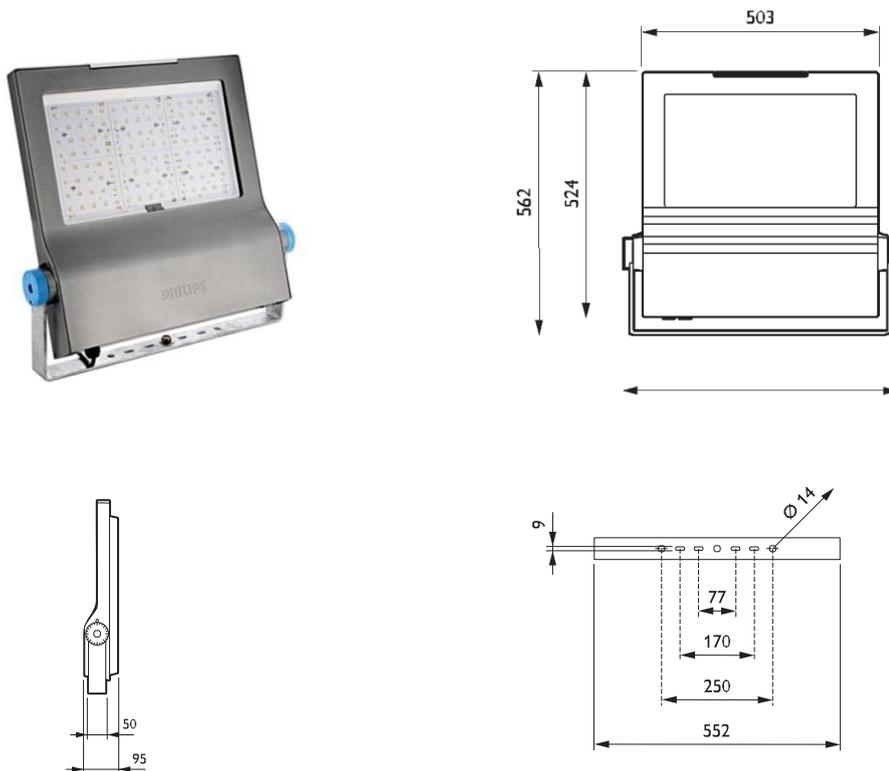


Este tipo de led empotrable aporta un importante ahorro energético y proporciona la combinación perfecta de eficiencia, comodidad y diseño sin renunciar al rendimiento lumínico (uniformidad y buen índice de reproducción cromática). Ofrece una amplia gama de opciones para crear el ambiente deseado, sea cual sea la aplicación.

#### Características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm.
- Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm.
- Potencia de las luminarias: 11.6 W.
- Clasificación luminarias según CIE: 100.
- Código CIE Flux: 76 97 100 100 100.
- Lámpara: 1 x LED12S/827/.

- BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO.



El BVP650 pertenece a un agama de proyectores que permite elegir con exactitud el número de lúmenes requeridos para cada aplicación. En su diseño se utilizan LED de última generación y sistemas ópticos de eficiencia muy elevada. Es una solución muy competitiva que ofrece una excelente relación lumen/precio. Este proyector es fácil de instalar y puede reemplazar puntos de luz convencionales, ya que se usan los mismos postes e instalación eléctrica. También es muy sencillo seleccionar la potencia lumínica necesaria.

#### Características:

- Flujo luminoso (Luminaria): 25810 lm.
- Flujo luminoso (Lámparas): 29000 lm.
- Potencia de las luminarias: 233.0 W.
- Clasificación luminarias según CIE: 100.
- Código CIE Flux: 76 92 99 100 89.
- Lámpara: 1 x ECO/740.

### 3.10.12 Alumbrado especial: de emergencia y señalización.

Según la ITC-BT 28, las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aun faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para un eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen (quirófanos, etc.).

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre todas las líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

Se distinguen dos tipos de alumbrado especial: de emergencia y de señalización.

#### **Alumbrado de señalización**

El alumbrado de señalización se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con personas. Deberá estar alimentado, al menos por dos suministros, sean ellos normales, complementario o procedente de fuente propia de energía eléctrica admitida.

Deberá proporcionar una iluminación mínima de un lux en el eje de los pasos principales. Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70% de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos. Además, cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

#### **Alumbrado de emergencia**

El alumbrado de emergencia debe permitir, en caso de fallo del alumbrado general, la evacuación segura y fácil de las personas hacia el exterior. Solamente puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuentes de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora. Además, en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminación de emergencia será como mínimo de 5 lux. Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos de 70% de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

- Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.
- Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.
- Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- Los locales que albergan equipos generales de las instalaciones de protección.
- Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas.

Para calcular el nivel de iluminación, se considera nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos. Hay que considerar un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso por suciedad y envejecimiento de las lámparas.

Como regla práctica para distribución de las luminarias de emergencia, se determinara que:

- La iluminación mínima será de 5 lux.
- El flujo luminoso mínimo será de 30 lúmenes.
- La separación mínima será de  $h$ ; siendo  $h$  la altura de ubicación comprendida entre 2 y 2,5 metros.

### **Criterio de ubicación de las luminarias de emergencia**

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Cerca de las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Cerca de los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Cerca de todos los cambios de dirección.
- Cerca de todas las intersecciones en los pasillos.
- Cerca de los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- Cerca de los puestos de socorro.
- En ascensores y montacargas.
- En todos los aseos y servicios.
- Salas de generadores de motores y salas de control.

### 3.10.13 Elección del sistema de alumbrado especial.

El alumbrado de emergencia se puede clasificar en función de la fuente de alimentación de las luminarias, de la siguiente manera:

- Luminarias autónomas: Se caracteriza porque el suministro de energía eléctrica se efectúa en la propia luminaria o a un metro de distancia de la misma como máximo. Los aparatos autónomos para el alumbrado de emergencia pueden ser de tipo permanente o no permanente.
- Luminarias centralizas: Se caracteriza porque la fuente de suministro de energía eléctrica se emplaza a más de un metro de distancia de las luminarias. Las luminarias de alimentación centralizada, pueden ser de tipo permanente o no permanente.

#### Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas.

Actualmente en el mercado existen aparatos que proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Ya que esta solución está permitida, es la que utilizaremos en el presente proyecto.

Estas luminarias disponen de varias referencias de las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados (de 45 a 3800), autonomía (1 o 3horas), potencia de las lámparas de (6 a 20W), índices de protección y tipo de acumuladores de carga.

Las características principales del alumbrado especial que vamos a utilizar son las siguientes:

- **Foco Proyector Tipo LED SD1156 (EMERGENCIA)**

Flujo luminoso (Luminaria): 900 lm.

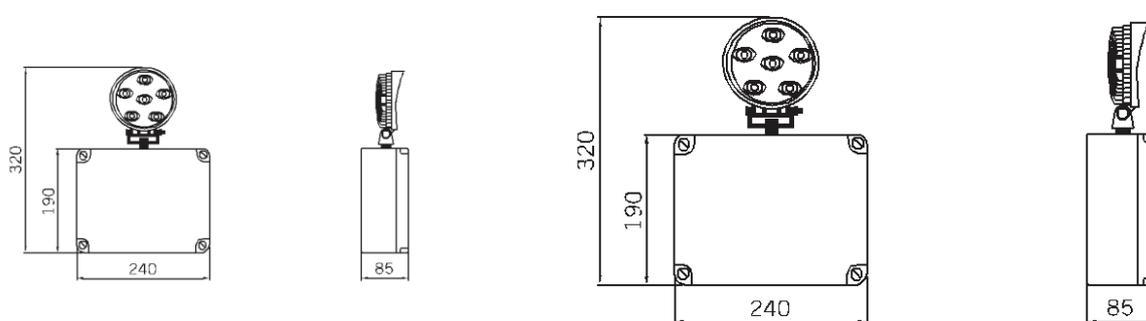
Flujo luminoso (Lámparas): 910 lm.

Potencia de las luminarias: 18 W.

Clasificación luminarias según CIE: 100.

Código CIE Flux: 70 89 98 100 99.

Lámpara: 1 x LED.



**(Proyector 1 foco)**

REFERENCIA	AUTONOMIA	FLUJO (LM)	LÁMPARA EMERGENCIA	P. TESTIGO DE CARGA
SD-1156	1h	900	1x18W LED	LED

- **Tipo EVO-110 (EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN)**

Flujo luminoso (Luminaria): 110 lm.

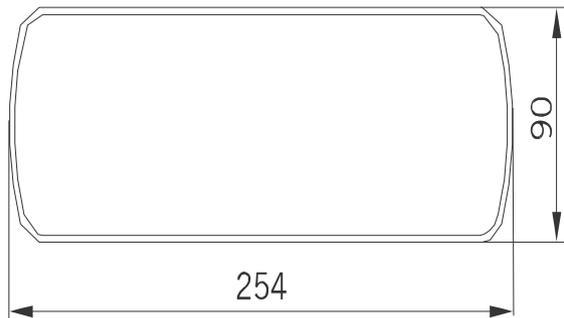
Flujo luminoso (Lámparas): 115 lm.

Potencia de las luminarias: 6 W.

Clasificación luminarias según CIE: 100.

Código CIE Flux: 70 89 98 100 99.

Lámpara: 1 x LED.



REFERENCIA	AUTONOMIA	FLUJO (LM)	LÁMPARA EMERGENCIA	P. TESTIGO DE CARGA
EVO-110	1h	110	6W LED	LED

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local en donde se vayan a instalar.

Así en el área de oficinas, zona de vestuarios etc., se colocaran justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de **2,10** metros.

En los locales con grandes alturas como es el caso de la zona de producción o el almacén se colocarán a una altura superior ya que tienen que iluminar un área mayor. En estos locales las luminarias se colocarán a una altura de **6,20** metros las de emergencia y a **2,30** metros las de señalización.

A continuación, se detalla el número de luminarias de emergencia que se van a colocar en las distintas estancias de la nave industrial, así como la marca y el modelo escogido:

## 1. Planta Baja

### Zona de producción:

- **Tipo de lámpara:** Proyector Tipo LED SD1156.
- Flujo luminoso de la lámpara: 900 lm.
- Solución adoptada: 4 unidades.
- Potencia: 18 w.
- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 3 unidades.
- Potencia: 6w.

### Distribuidor:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 3 unidades.
- Potencia: 6w.

Recepción:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 3 unidades.
- Potencia: 6w.

Vestuario hombres:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 5 unidades.
- Potencia: 6w.

Vestuario mujeres:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 5 unidades.
- Potencia: 6w.

Departamento de calidad:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 4 unidades.
- Potencia: 6w.

Almacén:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 4 unidades.
- Potencia: 6w.

## 2. Planta Alta

Enfermería:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 2 unidades.
- Potencia: 6w.

Aseos:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 4 unidades.
- Potencia: 6w.

Despacho director:

- **Tipo de lámpara:** TipoEVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 3 unidades.
- Potencia: 6w.

Despacho gerente:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 3 unidades.
- Potencia: 6w.

Sala de reuniones:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 6 unidades.
- Potencia: 6w.

Pasillo:

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 2 unidades.
- Potencia: 6w.

**3. Centro de Transformación:**

- **Tipo de lámpara:** Tipo EVO-110.
- Flujo luminoso de la lámpara: 110 lm.
- Solución adoptada: 3 unidades.
- Potencia: 6w.

## 3.11 PROTECCIONES DE BT.

### 3.11.1 Introducción.

Toda la instalación eléctrica tiene que estar dotada de una serie de protecciones que la hagan segura, tanto desde el punto de vista de los conductores y los aparatos a ellos conectados, como de las personas que han de trabajar en ella.

Existen muchos tipos de protecciones, que pueden hacer a una instalación eléctrica completamente segura ante cualquier contingencia, pero hay tres que deben usarse en todo tipo de instalación: de alumbrado, domésticas, de fuerza, redes de distribución, circuitos auxiliares, etc., ya sea de baja o alta tensión.

En las instalaciones de baja tensión, y de acuerdo con las instrucciones 22, 23 y 24 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, debemos considerar las siguientes protecciones:

#### Protección de la instalación:

- Contra sobrecargas.
- Contra cortocircuitos.

#### Protección de las personas:

- Contra contactos directos.
- Contra contactos indirectos.

### 3.11.2 Dispositivos de protección.

Los dispositivos utilizados en el presente proyecto son una combinación entre interruptores diferenciales e interruptores magnetotérmicos.

- Interruptor diferencial: El interruptor diferencial es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores y tierra o masa de los aparatos. Es un interruptor que tiene la capacidad de detectar la diferencia entre la corriente de entrada y salida en un circuito. Cuando esta diferencia supera un valor determinado (sensibilidad), para el que está calibrado (30mA, 300mA, etc.), el dispositivo abre el circuito, interrumpiendo el paso de la corriente a la instalación que protege.

- Interruptor magnetotérmico: El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de protegerlas frente a las intensidades excesivas, producidas como consecuencia de cortocircuitos o por el excesivo número de elementos de consumo conectados a ellas. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente eléctrica en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente el electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado. Este nivel de intervención suele estar comprendido entre 3 y 20 veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción. Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica, que al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y provoca la apertura de un contacto. Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

### 3.11.3 Protección de la instalación.

Los dispositivos de protección tienen por finalidad registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como para limitar las sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un dispositivo de protección se considera selectivo cuando solamente dispara el interruptor inmediatamente anterior al punto defectuoso, tomando como base el sentido del flujo de la energía. En caso de fallar el interruptor, tiene que actuar otro de orden superior. (Protección de reserva).

La selectividad de las protecciones es un elemento esencial que debe ser tomado en cuenta desde el momento de la concepción de una instalación de baja tensión, con el fin de garantizar a los usuarios la mejor disponibilidad de la energía. Se entiende por tiempo de escalonamiento, el intervalo de tiempo necesario para que dispare con seguridad sólo el elemento de protección anterior al punto de defecto. Las características de disparo de los diversos elementos de protección no deben entrecruzarse.

Una selección no selectiva está expuesta a riesgos de diversa gravedad:

- Imperativos de producción no respetados.
- Obligación de volver a realizar los procesos de arranque para cada una de las máquinas herramientas, como consecuencia de una pérdida de la alimentación general.
- Paros de motores de seguridad tales como bombas de lubricación, extractores de humos, etc.
- Roturas de fabricación con:
  - Pérdida de producción o de producto terminado.
  - Riesgo de avería en los útiles de producción dentro de procesos continuos.

### 3.11.3.1 Protección contra sobrecargas.

Se denomina sobrecarga, al paso de una intensidad superior a la nominal de la instalación. Esta corriente superior a la nominal, no producirá daños en la instalación si su duración es breve.

Se comprende que producirá grandes daños si su duración es larga, pues los aparatos receptores y conductores no están preparados para soportar este incremento de temperatura a la que se verán sometidos como consecuencia del aumento de la intensidad. La consecuencia más directa de la sobrecarga, es una elevación de la temperatura, que por otra parte es la causa directa de los desperfectos que pueda ocasionar la sobrecarga de la instalación.

Los dispositivos de protección, deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que ésta pueda provocar calentamiento que afecte al aislamiento, las conexiones, los terminales, o el medio ambiente.

Las protecciones que se utilizan contra las sobrecargas, se tratan esencialmente de una protección térmica, o sea, basada en la medición directa o indirecta de la temperatura del objeto que se ha de proteger, permitiendo además la utilización racional de la capacidad de sobrecarga de este mismo objeto .

Debe instalarse un dispositivo que asegure la protección contra las sobrecargas en los lugares en que un cambio trae consigo una reducción del valor de la corriente admisible de los conductores, por ejemplo, un cambio de sección, de naturaleza, de modo de instalación, etc.

Según instrucción 22 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, los dispositivos de protección contra sobrecargas serán **fusibles calibrados** de características de funcionamiento adecuadas o interruptores automáticos con curva térmica de corte.

### 3.11.3.2 Protección contra cortocircuito.

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre sí o con tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas, entre 5 y 20 veces el máximo de la corriente de carga en el punto de falta.

La corriente de cortocircuito es la corriente que fluye por el punto en que se ha producido el cortocircuito y mientras tenga duración este. La corriente de cortocircuito transcurre, generalmente, en un principio de forma asimétrica con respecto a la línea cero y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se amortigua hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente de corriente continua se atenúa hasta anularse completamente. Las principales características de los cortocircuitos son:

- Su duración: auto extinguido, transitorio o permanente.
- Su origen: originados por factores mecánicos (rotura de conductores, conexión eléctrica accidental entre dos conductores producida por un objeto conductor extraño, como herramientas o animales), debidos a sobretensiones eléctricas de origen interno o atmosférico, causados por la degradación del aislamiento provocada por el calor, la humedad o un ambiente corrosivo.
- Su localización: dentro o fuera de una máquina o tablero eléctrico.

Desde otro punto de vista, los cortocircuitos pueden ser: monofásicos (el 80% de los casos), bifásicos (el 15% de los casos) y trifásicos (el 5% de los casos). Los bifásicos suelen degenerar en trifásicos.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, admite como dispositivo de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admite, no obstante que, cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecarga, mientras que un solo dispositivo general, pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Los dispositivos de protección deben ser previstos para interrumpir toda la corriente del cortocircuito en los conductores, antes que ésta pueda causar daños como consecuencia de los defectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

Todo dispositivo que asegure la protección contra cortocircuito debe responder a las dos siguientes condiciones:

1. Su poder de ruptura deber ser por lo menos, igual a la corriente de cortocircuito presunta en el punto en que se encuentra instalado. Puede admitirse un dispositivo de poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura inferior, si hay instalado por delante otro con el poder de ruptura necesario y están coordinados, de forma que la energía que dejan pasar no sea superior a la que soporta sin daño el segundo dispositivo y las canalizaciones protegidas por él.
2. El tiempo de ruptura de toda la corriente resultante de un corto circuito producido en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo que se requiere para llevar la temperatura de los conductores al límite admisible.

### **Consecuencia de los cortocircuitos**

Depende de la naturaleza y duración de los defectos, del punto de la instalación afectado y de la magnitud de la intensidad.

Según el lugar del defecto, la presencia de un arco puede:

- Degradar los aislantes.
- Fundir los conductores.
- Provocar un incendio o representar un peligro para las personas.

Según el circuito afectado, pueden presentarse:

- Sobreesfuerzos electrodinámicos con deformaciones de los juegos de barras y arrancado o desprendimiento de los cables.

Puede haber un sobrecalentamiento debido al aumento de pérdidas por efecto Joule, con riesgo de deterioro de los aislantes.

Para los otros circuitos eléctricos de la red afectada o redes próximas:

- Bajadas de tensión durante el tiempo de la eliminación del defecto, de algunos milisegundos a varias centenas de milisegundos.
- Desconexión de una parte más o menos importante de la instalación, según el esquema y la selectividad de sus protecciones.
- Inestabilidad dinámica y pérdida de sincronismo de las máquinas.
- Perturbaciones en los circuitos de mando y control.

### 3.11.3.3 Cálculo de las intensidades de cortocircuito.

Para el diseño de una instalación y elegir adecuadamente los dispositivos de protección debemos conocer las corrientes máximas y mínimas en los distintos niveles.

#### Corriente de cortocircuito máxima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de mayor aporte. En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El poder de corte y de cierre de los interruptores.
- Los esfuerzos térmicos y electrodinámicos en los componentes.

El valor de la corriente de cortocircuito máxima se obtiene de la siguiente relación:

Dónde:

- $I_{ccmax}$ : Corriente de cortocircuito eficaz en A.
- C: Variación de tensión. Su valor para las instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 1.
- $U_n$ : Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.
- $Z_d$ : Impedancia directa por fase de la red aguas arriba del defecto en ohmios.

Una vez que se ha calculado la corriente de cortocircuito máximo, se obtiene el poder de corte, que deberá cumplir la siguiente condición:

$$PdC \geq I_{ccmax}$$

Siendo el  $pdc$  el poder de corte de los interruptores magnetotérmicos.

#### Corriente de cortocircuitos mínima

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y el tipo de cortocircuito de menor aporte. En las

instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son las fases-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

Estas corrientes se utilizan para determinar:

- El ajuste de los dispositivos para la protección de los conductores frente a cortocircuito.
- Tipo de curva del interruptor magnetotérmico. Esta corriente se calcula mediante la siguiente expresión:

Dónde:

Iccmin: Corriente de cortocircuito eficaz en A.

C: Variación de tensión. Su valor para instalaciones de baja tensión, a 230/400 V es de 0,95.

Un: Tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

Zd\_nueva: Impedancia directa en ohmios, teniendo en cuenta la temperatura de cortocircuito que es de 250°C.

Zo: Impedancia homopolar en ohmios.

Una vez calculada la corriente de cortocircuito mínima, antes de elegir el tipo de curva del interruptor magnetotérmico es necesario calcular su calibre (intensidad nominal). Se acota del siguiente modo:

$$I_{\text{calculo}} \leq I_{\text{nominal}} \leq I_{\text{admisible}}$$

Dónde:

- Icalculo: Es la intensidad prevista partiendo de la previsión de cargas que va a ser alimentada por la línea en la que está la protección, su tensión y el factor de potencia. Por tanto se puede determinar de la siguiente manera:

$$I_{\text{calculo}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

- Iadmisible: Es la máxima intensidad que puede circular por el cable sin que sufra daños irreversibles. Se obtiene de la tabla 1 de la instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para el caso de instalaciones interiores.

Dentro del intervalo que nos ofrecen estos dos valores se escoge el que más convenga dentro de los valores normalizados.

Finalmente ya se puede conocer el tipo de curva del interruptor magnetotérmico de la siguiente manera:

- Iccmin Mayor o igual que 5 In: La curva es de tipo B.
- Iccmin Mayor o igual que 10 In: La curva es de tipo C.
- Iccmin Mayor o igual que 20 In: La curva es de tipo D.

### 3.11.3.4 Coordinación de protecciones.

Si el dispositivo de protección contra las sobrecargas posee un poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito supuesta en el punto donde éste instalado, se considera que asegura igualmente la protección contra las corrientes de cortocircuito de la canalización situada en el lado de carga de éste punto (puede no ser válido para interruptores automáticos no limitadores, cuyo caso habría que verificar la condición de tiempo máximo de disparo).

Cuando se utilizan protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos por protecciones distintas, las características de los dispositivos deben estar coordinadas, de tal forma que la energía que deja pasar el dispositivo de protección contra los cortocircuitos no sea superior a la que pueda soportar sin daño el dispositivo de protección contra las sobrecargas.

### 3.11.4 Protección de las personas.

Siempre que existan entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los una entre sí, se establecerá una corriente eléctrica entre ellos. La circulación de la corriente por las personas, se puede producir de dos formas posibles:

- Cuando las personas se pongan en contacto directo con una parte eléctrica que normalmente estará en tensión (Contacto Directo) debido a que un conductor descubierto se ha hecho accesible por ruptura, defecto en el aislamiento, etc.
- Cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente se encuentran bajo tensión (Contacto Indirecto), como puede ser la carcasa conductora de un motor o máquina, etc., que puedan quedar bajo tensión por un defecto en el aislamiento, por confusión en la conexión del conductor de protección con el de fase activa.

Se han realizado diversos estudios para determinar con exactitud, los valores peligrosos de intensidad y tiempo, trazándose de esta forma curvas límites de tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. En general, valores inferiores a **30mA** se ha comprobado que no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a **30ms**. Como es lógico, los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano.

Las distintas precauciones que se emplean tenderán a limitar la tensión de contacto. El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión fija estos valores en:

Características del local	Límite de tensión de contacto (V)
Locales o emplazamientos húmedos	24
En los demás casos	50

El grado de peligrosidad de la corriente eléctrica para la persona que pueda establecer contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos, e incluso de su estado concreto en el momento del contacto; sin embargo, al margen de ello, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la corriente que pasa por él y de la duración de la misma.

#### 3.11.4.1 Protección contra contactos directos.

Para que se pueda considerar correcta la protección contra contactos directos, se tomarán en cuenta las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación, eliminando la posibilidad de un contacto fortuito con las manos o por la manipulación de objetos conductores cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.
- Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Por ejemplo, armarios eléctricos aislantes o barreras de protección. Si los obstáculos son metálicos, se deben tomar también de protecciones previstas contra contactos indirectos en los mismos.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado capaz de conservar sus propiedades con el tiempo. No se consideran materiales aislantes apropiados la pintura, los barnices, las lacas o productos similares.

En esta instalación se adoptará principalmente el indicado en el tercer apartado, es decir, todos los conductores activos estarán recubiertos por aislamientos apropiados.

#### 3.11.4.2 Protección contra contactos indirectos.

Los sistemas de protección contra estos contactos están fundamentados en estos tres principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto eléctrico no sea peligroso mediante el uso de tensiones no peligrosas.
- Limitar la duración del contacto a la corriente mediante dispositivos de corte.

Las medidas de protección contra contactos indirectos, pueden ser de las siguientes:

- Clase A: Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien, impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores, entre los cuales puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

- Clase B: Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la **clase B**, conductores de protección puestos a tierra, combinados con interruptores diferenciales.

Las tomas de tierra tienen como objetivo evitar que cualquier equipo descargue su potencial eléctrico a tierra, a través de nuestro cuerpo. En condiciones normales, cualquier equipo puede tener en sus partes metálicas una carga eléctrica, bien por electricidad estática o bien por una derivación, para evitar precisamente una descarga eléctrica cuando se toca dicho equipo se exige que este tenga sus partes metálicas puestas a tierras.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir de la cual el interruptor diferencial debe desconectar automáticamente, en un tiempo conveniente, la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la resistencia de tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Debe cumplir la relación.

- En locales secos:  $R \leq (50 / I_s)$
- En locales húmedos o mojados:  $R \leq (24 / I_s)$

Siendo la  $I_s$  la sensibilidad en miliamperios.

### 3.11.5 Solución adoptada.

La solución adoptada consiste en colocar un interruptor general automático a la entrada del cuadro general de distribución y un interruptor diferencial; a la salida de cada línea se colocará un interruptor magnetotérmico.

En los cuadros auxiliares se colocará un interruptor de corte o un seccionador de corte en carga a la entrada del cuadro; a la salida de cada línea se colocarán un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial.

Se instalarán interruptores diferenciales de diferentes sensibilidades según sea el caso:

- En líneas de fuerza:  **$I_s = 300\text{mA}$**
- En líneas de alumbrado:  **$I_s = 30\text{mA}$**

A su elección se tendrá en cuenta, aparte del calibre y del poder de corte, la selectividad y las curvas de limitación de los mismos que aparecen en los catálogos comerciales.

La protección diferencial se incluye en todas las derivaciones del embarrado y cuadros auxiliares que siguen a estas derivaciones, de forma que no pueda tener lugar ninguna electrocución o defecto peligroso.

La protección diferencial debe ser selectividad para lo cual se debe dotar a los diferenciales situados en cabecera de línea del retraso correspondiente en función de los diferenciales colocados en dichas líneas aguas abajo.

- Las características de las protecciones utilizadas son las siguientes:

### **MAGNETOTÉRMICOS**

<b>Magnetotérmicos</b>	<b>Cantidad</b>
NF1250-SW In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 50 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	2
NF400-UEW In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
NF160-FW In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	2
NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	3
NF250-SEP In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
NF100-SW In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
EN60898 10kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3 Tripolar	1
DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	16
DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	5
DPX-E 125 In: 100 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1
C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1

<b>Magnetotérmicos</b>	<b>Cantidad</b>
EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	5
EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	7
EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	1
C60N Curva B In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tripolar	1
EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3 Bipolar	2
C60N Curva B In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tripolar	1
DPX 400 In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 16 ÷ 60 kA; Curva I - t (Ptos.) Tripolar	1

## DIFERENCIALES

<b>Diferenciales</b>	<b>Cantidad</b>
bloque DPX125/1600(I) In: 250 A; Un: 500 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	2
DX Clase AC Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	2
DX Clase AC Instantáneos In: 63 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	2
DX Clase AC Instantáneos In: 80 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	1
DX Clase AC Instantáneos In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	2
bloque DPX125/1600(I) In: 125 A; Un: 500 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	2
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	13

<b>Diferenciales</b>	<b>Cantidad</b>
IEC60947-2 Instantáneos In: 80 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	8
IEC60947-2 Instantáneos In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I) Bipolar	2

### 3.12 PUESTA A TIERRA.

#### 3.12.1 Introducción.

Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección, que tiene que proteger a las personas, a las instalaciones y a los receptores conectados a ellas.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión determina, en la instrucción 18, cual es el límite de tensión admisible entre una masa cualquiera en relación a tierra, o entre masas distintas.

<b>Características del local</b>	<b>Límite de tensión de contacto (V)</b>
<b>Locales o emplazamientos húmedos</b>	<b>24</b>
<b>En los demás casos</b>	<b>50</b>

Estos valores son los máximos que se supone soporta el cuerpo humano sin alteraciones significativas.

Las tomas de tierra limitan las sobreintensidades que por diferentes causas aparecen en las instalaciones, siendo esta limitación tanto mayor en cuanto las tomas de tierra presenten menor impedancia al paso de estas corrientes.

Durante el transcurso de las perturbaciones, los equipos de una misma instalación deben quedar al mismo potencial; siendo muy importante la necesidad de corregir pequeños valores de puesta a tierra, con el fin de obtener la equipotencialidad.

### 3.12.2 Características de la puesta a tierra.

La denominación “puesta a tierra” comprende toda la instalación metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso de las corrientes de falta, o las de las descargas de origen atmosférico.

Los estudios de las puestas a tierra deberán considerar:

- La seguridad de las personas.
- La protección de las instalaciones.
- La protección de los equipos sensibles.
- Un potencial de referencia.

Para ello es necesario conocer:

- Los elementos que forman las instalaciones.
- Las diferentes fuentes de corriente que las solicitan.
- Las respuestas de los diferentes elementos a estas diferentes fuentes.
- El terreno, teniendo en cuenta su heterogeneidad (rocas que lo forman, estratos, texturas...) y los factores que sobre él actúan ( humedad y temperatura).

### 3.12.3 Componentes de la puesta a tierra.

Los elementos de puesta a tierra, se dividen en cinco partes o grupos:

#### **El terreno**

El terreno, desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico.

Este comportamiento viene determinado por la resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica.

Los cuerpos que tienen una resistividad muy baja, dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, y los materiales que tienen una resistividad alta, se oponen al paso de corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser uniformes en cuanto a su composición, un determinado terreno tendrá una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

La investigación de las características eléctricas del terreno es un requerimiento de la instrucción MIE-RAT-13-2, para realizar el proyecto de una instalación de puesta a tierra, con la excepción de las instalaciones de tercera categoría e intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA, donde la investigación de las características (MIE-RAT-13-4) se sustituye por un examen visual del terreno, pudiéndose estimar la resistividad por los valores que para diferentes terrenos se indican en las tablas de la citada instrucción.

El terreno, como conductor de la corriente eléctrica, se puede considerar como un agregado formado por una parte sólida mineral y sendas partes líquida y gaseosa. La resistividad del terreno depende de los siguientes conceptos:

- Humedad.
- Resistividad de los minerales que forman la fracción sólida.
- Resistividad de los líquidos y gases que rellenan los poros de la fracción sólida.
- Porosidad.
- Salinidad.
- Superficie de separación de la fase líquida con la fase sólida.
- Temperatura.
- Textura.

### **Tomas de tierra**

La toma de tierra es el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio.

La toma de tierra consta de tres partes fundamentales:

#### **1. Electrodo.**

Son la masa metálica que se encuentra en contacto permanente con el terreno para facilitar a este el paso de corrientes de defecto, o la carga eléctrica que pueda tener.

Pueden ser naturales o artificiales; los electrodos naturales, suelen estar constituidos por conducciones metálicas enterradas, como conducciones de agua, cubiertas de plomo de cables de redes subterráneas, pilares metálicos de los edificios que se construyen con estructuras metálicas, etc. Los electrodos artificiales pueden ser barras (picas), tubos, placas metálicas, cables, u otros perfiles que a su vez puedan combinarse formando anillos o mallas.

De la sección en contacto con el terreno dependerá el valor de la resistencia a tierra. En general, la sección de un electrodo no debe ser inferior a  $\frac{1}{4}$  de la sección del conductor de línea principal de tierra.

Los metales deben ser inalterables a las acciones de la humedad y del terreno como son el cobre, el hierro galvanizado, fundición de hierro, etc.

## 2. Líneas de enlace con tierra.

La línea de enlace con la tierra está formada por los conductores que unen el electrodo, conjunto de electrodos o anillo, con el punto de puesta a tierra. Los conductores de enlace con tierra desnudos en el suelo, se consideran que forman parte del electrodo y deberán de ser de cobre u otro metal de alto punto de fusión con un mínimo de 35 mm<sup>2</sup> de sección en caso de ser de cobre o su equivalente de otros metales.

## 3. Puntos de puesta a tierra.

El elemento de la puesta a tierra, es el situado fuera del terreno y que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra. El punto de puesta a tierra es un elemento de conexión, placa, regleta, grapa, etc. que une los conductores de la línea de enlace con la principal de tierra. El número de puntos de puesta a tierra conectados al mismo electrodo o conjunto de ellos dependerá del tipo de instalación.

### **Línea principal de tierra**

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios. Serán de cobre y de dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevé, siendo como mínimo de 16mm<sup>2</sup> de sección.

Su tendido se hará buscando los caminos más cortos y evitando los cambios bruscos de dirección. Se evitará someterlos a desgastes mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y los desgastes mecánicos. La línea principal de tierra termina en el punto de puesta a tierra, teniendo especial cuidado en la conexión, asegurando una conexión efectiva.

### **Derivaciones de las líneas principales de tierra**

Son los conductores que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente las masas significativas que existen en el edificio. Serán de cobre o de otro metal de elevado punto de fusión. El dimensionamiento viene en la ITC-BT 18. La sección mínima ( $S_p$ ) dependerá de la sección de los conductores activos de la instalación ( $S$ ), con un mínimo de 2.5 mm<sup>2</sup>; para secciones de los conductores de fase.

<b>Sección de los conductores de fase de la instalación (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Sección mínima de los conductores de protección <math>S_p</math> (mm<sup>2</sup>)</b>
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 \leq S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

### **Conductores de protección.**

Son los conductores de cobre, encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores, viene dado en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege, según la ITC-BT 19.

#### **3.12.4 Elementos a conectar a tierra.**

Una vez realizada la toma de tierra del edificio, deberemos conectar en los puntos de puesta a tierra todos los elementos metálicos o elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el fin de conseguir una gran equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Según la norma tecnológica de la edificación, deberá conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Caja General de Protección (no obligatorio según R.E.B.T).
- Instalación de pararrayos.
- Instalación de antenas colectivas de TV y FM.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes eléctricos y masas metálicas.
- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros de hormigón.

## CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.

### 4.1 REGLAMENTOS Y NORMAS

El presente proyecto cumple con las prescripciones establecidas en el RSCIEI. De forma adicional, en lo relativo a protección contra incendios, también cumplirá con el CTE DB-SI en la zona de oficinas.

Se analiza la situación contra incendios de un establecimiento industrial con respecto al R.D. 2267/2004.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio. Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

### 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES POR SU CONFIGURACIÓN Y UBICACIÓN CON RELACIÓN A SU ENTORNO.

#### 4.2.1 Establecimientos industriales ubicados en un edificio.

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

**TIPO B:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que esta adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

**TIPO C:** El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros

establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

#### 4.2.2 Establecimientos industriales que desarrollan su actividad en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

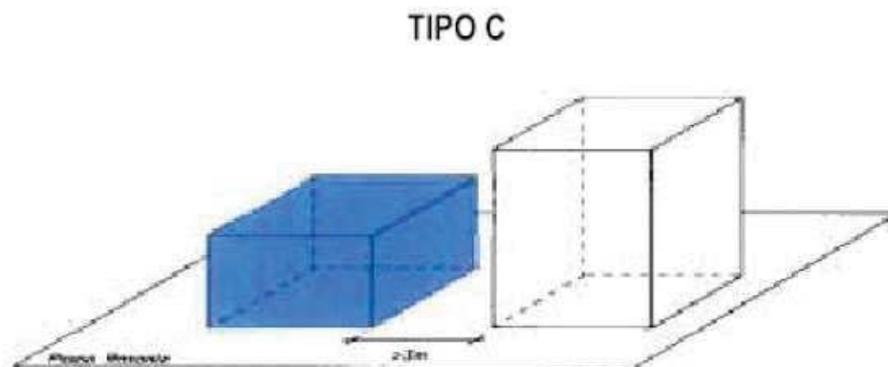
**TIPO D:** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

**TIPO E:** El establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de sus fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

#### 4.2.3 Solución adoptada según el tipo de establecimiento industrial.

Por lo tanto, el proyecto que nos ocupa estaría considerado como un establecimiento industrial **TIPO C**.

Es decir el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



#### 4.3 CARACTERIZACIÓN SEGÚN SU RIESGO INTRÍNSECO.

Teniendo en cuenta la actividad a desarrollar en el establecimiento industrial, el reglamento de seguridad por medio sus tablas 1.2 y 1.3 del anexo1 clasifica en niveles el riesgo intrínseco en función de su carga de fuego ponderada y corregida.

Para poder identificar el nivel de riesgo intrínseco de la nave se debe hacer el cálculo del mismo, teniendo en cuenta la actividad, la carga de fuego y el entorno.

#### 4.4 SECTOR DE INCENDIO.

Teniendo en cuenta que la nave está considerada como un establecimiento industrial del TIPO C, se entiende por sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Este establecimiento industrial se clasifica, según su grado de riesgo intrínseco, en cuatro sectores de incendio:

- **Sector 1** (Planta baja) (733,95m<sup>2</sup>): Zona de producción.
- **Sector 2** (Planta baja) (70,3m<sup>2</sup>): Almacén.
- **Sector 3** (Planta baja) (236,41m<sup>2</sup>): Recepción, distribuidor, vestuarios y departamento de calidad.
- **Sector 4** (Planta alta) (339,64m<sup>2</sup>): Enfermería, aseos, despacho director, despacho gerente, sala de reuniones, pasillo.

Las superficies de los cuatro sectores están especificadas en el apartado 2.4 de la Memoria del presente documento.

#### 4.5 NIVEL DE RIESGO DE CADA SECTOR.

Para poder determinar el nivel intrínseco del establecimiento industrial, debemos de calcular la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de cada sector de incendio, diferenciando entre sectores donde se realizan actividades de producción, transformación, reparación o cualquiera distinta a almacenamiento y de sectores donde se efectuaran tareas de almacenamiento.

4.5.1 Para actividades de producción, transformación, reparación, o cualquier otra distinta al almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{si} C_i S_i}{A} Ra \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

- **Q<sub>s</sub>** = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- **q<sub>si</sub>** = carga de fuego (actividad de producción), aportada por cada m<sup>2</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup>.
- **C<sub>i</sub>** = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- **S<sub>i</sub>** = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m<sup>2</sup>.
- **A** = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.
- **Ra** = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (Ra) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

#### 4.5.2 Para actividades de almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} Ra$$

Siendo:

- **Q<sub>s</sub>, C<sub>i</sub>, Ra y A** tienen la misma significación que en el apartado anterior.
- **q<sub>vi</sub>** = carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio. [MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>].
- **h<sub>i</sub>** = altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.
- **s<sub>i</sub>** = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio. [m<sup>2</sup>].

## 4.6 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE Ci.

Teniendo en cuenta el grado de peligrosidad de los combustibles en el establecimiento industrial, el reglamento de seguridad por medio su tabla 1.1 Anexo 1, clasifica las distintas zonas a estudiar en niveles de peligrosidad por combustibilidad (Ci), pueden ser alta, media y baja.

<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1.	Líquidos clasificados como subclase B2, en la ITC MIEAPQ1.	Líquidos clasificados como clase D, en la ITC MIE-APQ1.
Líquidos clasificados como subclase B1, en la ITC	Líquidos clasificados como clase C, en la ITC MIE-APQ1.	
Sólidos capaces de iniciar su combustión a temperatura inferior a 100	Sólidos que comienzan su ignición a temperatura comprendida entre 100°C y 200°C.	Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200°C
Productos que pueden formar mezclas explosivas	Sólidos que emiten gases inflamables.	
Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire.		
<b>C 1,60</b>	<b>C 1,30</b>	<b>C 1,00</b>

**Tabla 4.6.1 Coeficiente Ci**

## 4.7 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO DE CADA SECTOR.

El nivel de cada sector se determina de acuerdo con la siguiente tabla del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales:

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

**Tabla 4.7.1 . Densidad de carga de fuego**

Los valores de  $Q_{si}$  y  $R_a$  se deducen de la tabla 1.2 del Reglamento anteriormente citado en el apartado 4.1, donde quedan tabulados y ordenados por actividades. A continuación se relacionan los datos citados, con las zonas de riesgo que se tienen estipuladas en la nave a tratar.

- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 1** es **Bajo con valor 1** ya que se encuentra con un valor de  $Q_s \leq 425$ .
- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 2** es **Alto con valor 6** ya que se encuentra con un valor de  $3400 < Q_s \leq 6800$ .
- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 3** es **Medio con valor 3** ya que se encuentra con un valor de  $850 < Q_s \leq 1275$ .
- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 4** es **Medio con valor 3** ya que se encuentra con un valor de  $850 < Q_s \leq 1275$ .

#### 4.8 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DE UN EDIFICIO O DE SECTORES.

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de aplicación de este reglamento, se evaluará

calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida  $Q_e$ , de nuestra nave industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_i^i Q_{ei} A_{ei}}{\sum_i^i A_{ei}}$$

- $Q_e$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial. [MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>].
- $Q_{ei}$  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial. [MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>].
- $A_{ei}$  = superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial. [m<sup>2</sup>].

Según el cálculo detallado en el apartado 2.7 el nivel de riesgo intrínseco de la nave industrial o la del conjunto de sectores se cataloga este establecimiento como de **riesgo intrínseco Bajo con valor 2** ya que se encuentra entre  $425 < Q_e \leq 850$ .

#### 4.9 SECTORIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte la configuración de tipo C. En la nave industrial que nos ocupa se ha clasificado en cuatro sectores y cumplen con la normativa vigente en superficie máxima del sector de incendio y que se puede consultar en la tabla 2.1 del anexo 2 del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

La siguiente tabla nos muestra el cumplimiento de los sectores:

Sector	Riesgo intrínseco	Categoría	Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio (m <sup>2</sup> )	Superficie del sector (m <sup>2</sup> )	Conformidad
1	BAJO	1	733,95	Sin límite	SI
2	ALTO	6	70,3	3.000	SI
3	MEDIO	3	236,41	5.000	SI
4	MEDIO	3	339,64	5.000	SI

## 4.10 MATERIALES.

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 como los situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, los utilizados para aislamiento térmico y acondicionamiento acústico, etc.

### 4.10.1 Características que definen el comportamiento ante el fuego.

Las exigencias del comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo se definen por los tiempos durante los cuales dicho elemento debe mantener aquellas de las condiciones siguientes que le sean aplicables:

- Estabilidad o capacidad portante.
- Ausencia de emisión de gases inflamables por la cara no expuesta. Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzcan en la cara no expuesta temperaturas superiores a las que se establecen la norma UNE 23093

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de los materiales se definen fijando la clase que deben alcanzar conforme a la norma. Estas clases se denominan: M0, M1, M2, M3 y M4.

El número de la denominación de cada clase indica la magnitud relativa con la que los materiales correspondientes pueden favorecer el desarrollo de un incendio.

Las características de los materiales utilizados en las distintas dependencias han de cumplir unas determinadas condiciones de resistencia (RF) y estabilidad al fuego (EF), condiciones que se definen a continuación.

Los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser: En suelos:

- Clase M2, o más favorable.
- En paredes y techos: Clase M2, o más favorable.
- Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo, sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, RF-30.

Los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para el aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc.... deben ser

de la clase M1 o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos se considerarán de clase M0.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante no tendrá un valor inferior a EF-120.

La resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones:

- Estabilidad mecánica.
- Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que se establece la norma UNE 23093.
- La resistencia al fuego de toda medianera o muro colindante con otro establecimiento será, como mínimo RF-120.
- La estabilidad al fuego de cubiertas ligeras en plantas sobre rasante no tendrá un valor inferior a EF-15.
- La resistencia al fuego de las puertas no tendrá un valor inferior a RF-60.

#### 4.11 CONDICIONES DE EVACUACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL.

La nave dispone de un acceso fácil al espacio exterior seguro y no presenta ningún impedimento en la zona al aire libre de su entrada para que los ocupantes del edificio puedan llegar a una vía pública a través de ella o para que accedan los medios de ayuda exterior.

Para el diseño de la evacuación del personal de las instalaciones de la nave industrial, se tendrá en cuenta:

- Se entiende como origen de evacuación, todo punto ocupable en la planta de la nave.
- La medición de los recorridos de evacuación se medirán sobre un eje, descartando como recorrido de evacuación cualquier vía de paso que pueda estar obstruida por algún elemento cualquiera.

#### 4.11.1 Evacuación.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales se determinará su ocupación, donde la ocupación representa el número de personas que ocupa el sector de incendio de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

#### 4.11.2 Nivel de ocupación.

El nivel de ocupación se obtiene mediante la fórmula siguiente y en la que se hace referente al número total de personas que constituyen la plantilla que ocupa el sector de incendios.

$$P = 1,10 \cdot p$$

Ocupantes < 100

Siendo:

P = Nivel de ocupación.

p = Número de

Trabajadores.

El resultado se obtiene de redondear al entero inmediatamente superior, por lo que tenemos un nivel de ocupación P = 33.

#### 4.11.3 Origen de evacuación.

Se considerará como origen de evacuación todo punto ocupable. Sin embargo, en todo recinto que no sea de densidad elevada y cuya superficie sea menor que 50 m<sup>2</sup>, el origen de evacuación puede considerarse situado en la puerta de acceso a dicho recinto.

#### 4.11.4 Recorridos de evacuación.

La nave cumple con la normativa gracias a que la situación de las puertas y las dimensiones de la nave, puesto que la longitud de ningún recorrido de evacuación hasta la salida es mayor de 50 m ya que la nave dispone de cuatro salidas alternativas y estas son consideradas como salidas de recinto ya que conducen hacia una salida de planta y del edificio.

#### 4.11.5 Número y disposición de salidas.

Se puede disponer de una sola salida del recinto cuando se cumplen las siguientes características:

- La ocupación es inferior a 100 personas.
- No existen recorridos para más de 50 personas que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura de evacuación mayor de 2 m.
- Con una ocupación menor de 25 personas, ningún recorrido de evacuación hasta la salida que comunica con el espacio exterior es mayor de 50 m.
- En la nave, se dispone de cuatro salidas al espacio exterior libre, dos en el área de oficinas y otras dos en la zona de producción (para una posición más exacta consultar el apartado de planos). Además, por la disposición de las salidas ningún recorrido de evacuación supera los 50 m de longitud.

#### 4.11.6 Cálculo de puertas, pasos y pasillos.

Para el cálculo de la anchura  $A$  de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a  $200/P$ , siendo  $P$  el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación.

Dicha fórmula solo se aplicará para el cálculo del pasillo, la puerta de salida del recinto del área de oficinas y las peatonales de la zona de taller, ya que las otras salidas son utilizadas para la entrada y salida de camiones y por lo tanto las dimensiones son muy superiores a las requeridas.

Para el cálculo de la puerta de salida de recinto, el pasillo, la puerta de salida del recinto del área de oficinas y las peatonales de la zona de taller se considerará que toda la

ocupación permanece en ella, ya que esto puede ocurrir al comienzo o finalización del turno de trabajo y estar todos los trabajadores concentrados en los vestuarios. Por lo tanto  $P = 40$ .

$$A = \frac{P}{200}$$

Siendo:

A = Anchura de la puerta. P = Nivel de ocupación.

La anchura de todas las puertas, pasos y pasillos será mayor o igual a 0,2 m, dato incoherente dado la escasa ocupación que existe en la nave.

El pasillo de la nave que nos ocupa tiene una anchura de 2 m, el cual debe estar libre en todo momento de cualquier obstáculo que pueda repercutir en la libre circulación de las personas en caso de emergencia, y por tanto se descarta el riesgo de una posible situación de bloqueo.

La anchura libre en puertas previstas como salida de evacuación debe ser igual o mayor que 0,80, en la instalación será de 0.9 m. Las demás puertas serán también de 90 cm. Siendo la anchura de la hoja como máximo de 1,20 y en puertas de dos hojas serán igual o mayor a 0,60 m.

#### 4.11.7 Características de las puertas y de los pasillos.

A lo largo de todo el recorrido de evacuación, las puertas y los pasillos cumplirán las condiciones que figuran a continuación.

- Las puertas:

Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y fácilmente operables. Es recomendable que los mecanismos de apertura de las puertas supongan el menor riesgo posible para circulación de los ocupantes.

El recinto estará provisto de una puerta peatonal (de 0,9 m de ancho) para la libre circulación de personas desde el interior hacia el exterior, para en caso de emergencia poder salir sin riesgo alguno.

- Los pasillos:

Los pasillos que sean recorridos de evacuación carecerán de obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes, tales como soportes, cercos, bajantes o elementos fijos de equipamiento.

## 4.12 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de la nave, axial como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones, cumplirán lo preceptuado por el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios aprobado por el Real Decreto 1942/1993 de 5 noviembre y en la Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimientos y desarrollo de aquel.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios cumplirán los requisitos que, para ellos establece dicho Reglamento.

Se trata de una nave industrial a con dos niveles, planta baja y planta alta, de cerramientos de bloque de hormigón y de cerramientos interiores y los demás acabados de placa prefabricada y elementos cerámicos de hormigón ligero, materiales resistentes al fuego. El pavimento es completamente liso e impermeable.

La nave tiene cuatro puertas, una de tipo contrapesada plegable automática de 4,2 m de ancho y otras tres peatonales de 0.9 m.

Los extintores estarán situados sobre la superficie de la pared, a una altura de 1,20 m desde el suelo, situación cómoda para permitir su utilización.

Los detectores de humo estarán instalados en los perfiles laminados tal y como se indica en el documento de planos.

Las BIE estarán conectadas al suministro de agua común para toda la nave, ya que la presión necesaria se dispondrá sin ningún tipo de problema ni ninguna instalación adicional. Irán colocadas de tal manera que su centro esté a 1,50 m del suelo.

## 4.13 ALMACENAMIENTOS.

Los almacenamientos se caracterizan por los sistemas de almacenaje, el de la nave que nos ocupa queda definido como:

- Sistema de almacenaje independiente. Solamente soportan la mercancía almacenada y son elementos estructurales desmontables e independientes se la estructura de cubierta el apartado.
- 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.

Eso implica que según el apartado 8 del anexo 2 del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales que las estanterías metálicas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
- Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100  $\mu$  deben ser de la clase (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable.
- Los revestimientos cincados con espesores inferiores a 100  $\mu$  deben ser de la clase (M1).

Los sistemas de almacenaje en estanterías metálicas operadas manualmente deben también cumplir los requisitos siguientes:

- Las dimensiones de las estanterías no tendrán más limitación que la correspondiente al sistema de almacenaje diseñado.
- Los pasos longitudinales y los recorridos de evacuación deberán tener una anchura libre igual o mayor que un metro.
- Los pasos transversales entre estanterías deberán estar distanciados entre sí en longitudes máximas de 10 m, y si en el almacén no hay una ocupación superior a 25 personas, caso de nuestra nave, la distancia podrá doblarse.

## 4.14 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

### 4.14.1 Sistemas manuales de alarma de incendio.

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 e identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

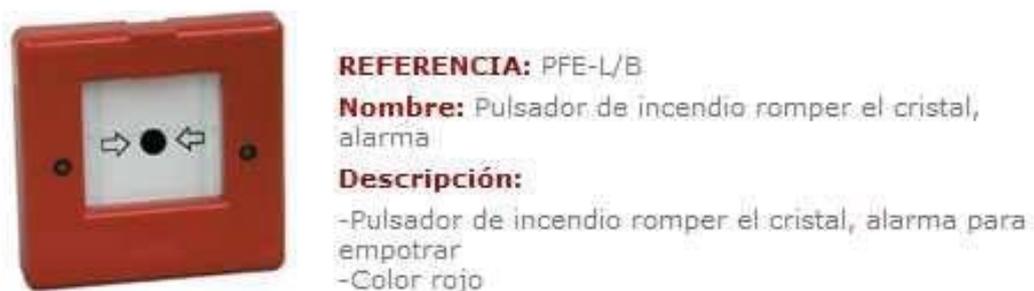
Se instalarán tanto en los sectores de incendio, como en aquellas áreas de incendio donde existan paramentos verticales (pilares o paredes) que permitan la ubicación de los pulsadores.

Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

Todos ellos estarán conectados a una central de alarmas que se cita más adelante con sus características.

En el apartado 2.9.1 se describe una tabla con la ubicación y cantidad de pulsadores por sector y zona. Se describe su distribución en el documento de los Planos, en los planos nº 13 y 14.

Los pulsadores tienen las siguientes características:



**Figura 4.14.1. Pulsador de alarma.**

#### 4.14.2 Sistemas automáticos de detectores de humo.

Está constituido por un conjunto de detectores que permitirán transmitir automáticamente en el momento que se detecte cualquier indicio de humo producido en el interior de las zonas a preservar.

En nuestro caso, se instalará un modelo de detector de humos iónico, con un alcance de 70 m<sup>2</sup>.

En el apartado 2.9.2 se describe una tabla con la ubicación y cantidad de detectores de humo iónicos por sector y zona, teniendo en cuenta las barreras constructivas que tiene el edificio en cuestión. Se describe su distribución en el documento de los Planos, en los planos nº 13 y 14.

Los detectores de humos iónicos tienen las siguientes características:



**REFERENCIA:** IDT-01

**Nombre:** Detector termovelocimétrico

**Descripción:**

- Tamaño reducido.
- Sistema concentrador de calor.
- Incluye base.
- Rearmable.
- Activación por temperatura fija con componente termovelocimétrica.
- Salida para piloto remoto.
- Conexión a dos hilos.
- Cambio automático de polaridad.
- Diseño vanguardista.
- Encapsulado antihumedad.
- Suplemento para tubo visto (Opcional).

**Figura 4.14.2 Detector iónico.**

#### 4.14.3 Sirenas de alarma de incendio óptico-acústicas.

Sistema que permite 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.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por "emergencia parcial" o por "emergencia general" mediante sistemas de alarma acústicos que gestionara la central de incendios.

Se distribuyen estos elementos de forma que garanticemos los niveles sonoros mínimos expresados en la norma UNE 23007-14:

- El nivel sonoro de la alarma debe de ser como mínimo de 65 dB(A), o bien de 5 dB(A) por encima de cualquier sonido que previsiblemente pueda durar más de 30 s.

- Este nivel mínimo debe garantizarse en todos los puntos del recinto.
- El nivel sonoro no deberá superar los 120 dB(A) en ningún punto situado a más de 1 m. del dispositivo.
- El número de sirenas deberá ser el suficiente para obtener el nivel sonoro expresado anteriormente.
- El tono empleado por las sirenas para los avisos de incendio debe ser exclusivo a tal fin.
- Dichas sirenas pueden ser accionadas manual o automáticamente mediante la central de detección detallada en el apartado 4.14 del presente documento.

En el apartado 2.9.3 se describe una tabla con la ubicación y cantidad de sirenas de alarma de incendio por sector y zona. Se describe su distribución en el documento de Planos, en los planos nº 13 y 14.

Los sistemas de alarma acústicos instalados tienen las siguientes características:

#### - Interior



**REFERENCIA:** ISA-02

**Nombre:** Sirena interior bitonal de incendio

**Descripción:**

- Fabricada bajo norma UNE-EN-ISO 9002.
- Funcionamiento piezoeléctrico.
- Piloto de señalización de la activación.
- Base de conexionado que facilita la instalación.
- Construida en ABS de inyección de color rojo.
- Compatible con todas las centrales del mercado.
- Posibilidad de instalarse directamente en zona de pulsadores.
- Piloto de encendido intermitente.
- Cambio automático de polaridad.

**Especificaciones técnicas:**

- Alimentación:12v-24v C.C.
- Bajo consumo:75 mA.
- Potencia sonora a 1m ±95DB.
- Medidas: Diámetro máx. 16; Altura total: 64; Peso:125gr.

**Figura 4.14.3.1. Sirena interior bitonal de incendio.**

#### - Exterior

**REFERENCIA:** SLP**Nombre:** Sirena bitonal de incendio exterior**Descripción:**

- Fabricada bajo norma UNE-EN-ISO 9002.
- Construida en ABS recubierta de metacrilato.
- Circuito protegido contra humedad y corrosión.
- Piloto de encendido intermitente.
- Cambio automático de polaridad.
- Fácil instalación.
- Compatible con todas las centrales del mercado.
- Posibilidad de serigrafiar a medida.

**Especificaciones técnicas:**

- Alimentación: 12v-24vC.C.
- Consumo a 24v:390µA.
- Potencia sonora a 24v/1m±100DB.
- Medidas (LxAxP):350x190x72mm.
- Peso:870gr.

**Figura 4.14.3.2. Sirena exterior bitonal de incendio.**

#### 4.14.4 Central de incendios.

Se ha optado por una central de detección convencional. La dimensión del sistema estará definida por la capacidad de zonas de detección, en este caso será suficiente una de cuatro zonas de detección, con capacidad cada una de ellas de hasta 20 dispositivos, para las cuatro zonas a controlar que corresponden a los cuatro sectores detallados en el apartado 4.4 del presente documento.

La fuente de alimentación del equipo está constituida por un módulo rectificador/cargador incorporando a la central de detección de incendios y de un juego de baterías que se alojan en el espacio que la central tiene previsto a este efecto.

En circunstancias normales el rectificador suministra la energía necesaria para garantizar el buen funcionamiento, tanto en vigilancia como en alarma, de la instalación de Detección de incendios, de la de pulsadores de alarma y de la de alerta, ocupándose, simultáneamente, de mantener las baterías a plena carga.

Al originarse una alarma en una zona o sector de incendios, tendrá lugar una señalización óptica y acústica en el puesto de control centralizado, permanentemente vigilado, y se llevarán a cabo automáticamente las acciones programadas, como son la activación de las sirenas, pudiéndose realizar también de forma manual.

Para gestionar las señales de alarma recibidas de los pulsadores y las diferentes salidas de comunicación de alarma acústicas por zona se instalara una central de incendios de la casa Prodein que estará ubicada en la recepción de las oficinas. Se describe su distribución en el documento de Planos, en el plano nº 13.

La central de incendios tiene las siguientes características:



**REFERENCIA:** CDI-4/CDI-6

**Nombre:** Central de incendio

**Descripción:**

- Fabricada bajo norma UNE-EN-ISO 9002.
- De 4 ó 6 zonas de detección.
- Fácil instalación.
- Tecnología SMD.
- Compatible con amplia gama de detectores a 2 hilos y 24 v.
- Ideal para pequeñas instalaciones.
- Tamaño reducido.
- Accionamiento por pulsadores integrados.
- Posibilidad de anular zonas.
- Relé libre de tensión.
- Salida para sirena a 24 v.
- Gran robusted.

**Especificaciones técnicas:**

- Tensión de red: 220v AC.
- Frecuencia de la red: 50Hz.
- Tensión de salida de alimentación de la línea de detección: 24v.
- Tensión de las baterías: 24v.
- Potencia máxima de la fuente de alimentación: 28w.
- Intensidad máxima de salida de sirena: 500µA.
- Intensidad máxima de salida auxiliar: 1A.
- Capacidad de las baterías: 2 A/h.
- Tensión del cargador de baterías: 27,5 v.
- Grado de humedad relativa: 95% máx.
- Temperatura de trabajo: -12°C a 55°C.
- Dimensiones: 22x 27,4x 9,5cm (altoxanchoxprofundo).
- Peso: 3Kg.
- Consumo en reposo: CDI-6 230µA, CDI-4 160µA

**Figura 4.14.4. Central de incendios 4 o 6 zonas.**

#### 4.14.5 Extintores de incendios.

La instalación cumplirá los siguientes requisitos:

- Se instalaran extintores de incendio portátiles en todos los sectores de la nave.
- El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla 1.1 del apéndice 1 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

- 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 3.1 o 3.2 respectivamente del reglamento.
- No se permite el empleo de agentes extintores conductores de electricidad sobre fuegos que se desarrollen en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizara con extintores de dióxido de carbono.
- El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime la mayor probabilidad de incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor no supere los 15 m. La norma exige que el extintor con su extremo superior se coloque a una altura del suelo menor que 1,70 m.
- En el apartado 2.9.5 se describe una tabla con la ubicación y cantidad de pulsadores por sector y zona. Se describe su distribución en el documento de Planos, en los planos nº 13 y 14.
- Los extintores de incendio del tipo ABC tienen las siguientes características:



**REFERENCIA:** PL-6

**Nombre:** Extintor 6Kg

**Modelo:** Polvo A-B-C

**Descripción:**

Presión incorporada.

Acabado en pintura Epoxi de alta calidad.

Válvula de disparo rápido.

Manómetro extraíble, lo que permite una comprobación rápida, eficaz y fiable de la presión.

Válvula de comprobación de presión interna.

Incorpora manguera de caucho con recubrimiento de poliamida trenzada negra.

**Especificaciones técnicas:**

Agente extintor: polvo A-B-C.

Eficacia: 21A-113B-C.

Agente impulsor: N<sub>2</sub>.

Peso cargado: 9,30Kg.

Peso vacío: 3,30Kg.

Altura: 520mm.

Diámetro: 150mm.

Presión de prueba: 23Kgs/cm<sup>2</sup>

Temperatura de utilización: -20°C / +60°C

**Figura 4.14.5.1. Extintor fuego polvo A-B-C**

- Los extintores de incendio del tipo CO<sub>2</sub> tienen las siguientes características:

**REFERENCIA:** BIL12**Nombre:** Extintor CO<sub>2</sub> 2 Kg**Descripción:**

Extintor portátil de incendios permanentemente presurizado de dióxido de carbono, recargable, en botella de acero aleado de una sola pieza. Utilizable en fuegos A, B y C (incluso en presencia de tensión eléctrica).

No utilizable en fuegos D y en materiales reactivos (Na, K y Mg).

Color rojo RAL 3000.

Dimensiones:

Altura: 620 mm

Diámetro: 101,6 mm

Espesor nominal: 3,6 mm

Volumen: 3,1 litros

Tara: 5,8 Kg

Peso total: 7,8 Kg

Grado de llenado: 0,65 Kg/l

**Especificaciones técnicas:**

Presión de diseño: 250 bar.

Presión de prueba: 250 bar.

Presión de servicio máximo: 180 bar.

Eficacia: 34B.

Carga (tolerancia: +0%, -5%): 2Kg.

Temperatura de servicio: -20 / 60°C.

Presión tarado disco de seguridad: 190 bar  $\pm$  10%

**Figura 4.14.5.2. Extintor fuego CO<sub>2</sub>.**

#### 4.14.6 Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE).

Según la tabla presente en el punto 9.2 del anexo 3 del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, como el riesgo intrínseco de la instalaciones es bajo, el tipo de BIE a instalar será de DN 25 mm (Diámetro Nominal), con un tiempo de autonomía de 60 minutos.

El número de BIEs necesarias en la instalación, así como su ubicación se hará considerando que la superficie del sector de incendio en el que estén instaladas quede cubierta por una BIE, teniendo en cuenta que su radio de acción será la longitud de la manguera incrementada en 5 m.

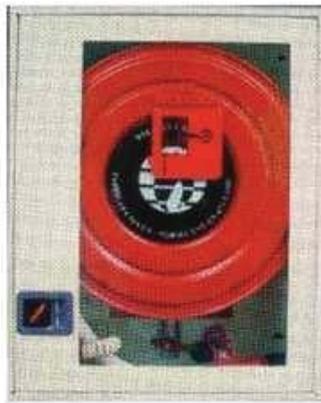
Se han colocado las BIEs de tal forma que cubren todo el sector de incendio, los cuales están especificados en el punto 2.9.6 del presente documento. Cumpliendo que la separación entre éstas no es mayor que 50 m y que desde cualquier punto de cada sector de incendios hasta la manguera correspondiente no hay una distancia mayor de 25 m.

La red de tuberías debe proporcionar, durante una hora, como mínimo, una presión de dos bares en el orificio de salida de las BIEs, suponiendo el funcionamiento simultáneo más desfavorable. Esto se garantizará mediante la empresa suministradora de agua, la cual se compromete a proporcionar dicha presión cuando sea necesario.

Al tratarse de dos plantas, el diámetro del ramal que lleva el abastecimiento de agua a los equipos de manguera deberá ser de 40 mm.

En el apartado 2.9.6 se describe una tabla con la ubicación y cantidad de pulsadores por sector y zona. Se describe su distribución en el documento de Planos, en los planos nº 13 y 14.

Las bocas de incendio del tipo BIE tienen las siguientes características:



**REFERENCIA:** STAR/V

**Nombre:** BIE equipada serie STAR/V

**Descripción:**

- Armario fijo vertical construido en chapa blanca pintado en RAL 9002 con troquelado lateral para ventilación, entrada troquelada para toma de agua y taladros en la parte inferior para desagüe. Bisagra entera. Puerta encastrada, cerradura ABS abrefácil.
- Puerta con metracrilato.
- Carrete fijo en chapa 1mm pintado en rojo RAL 3000 de diámetro 525 no abatible.
- Manguera semirrígida diámetro 25mm. y longitud 20m. modelo satur.
- Válvula de esfera con salida a 180°, con roscas de 1"
- Lanza modelo LZV 25 de 25m, triple efecto, chorro pulverizador, cónica y cierre, roscada exteriormente para su conexión a la manguera.
- Entrada mediante barra fija de aluminio.

**Figura 4.14.16. Boca de incendio (BIE)**

## 4.15 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Se colocara como mínimo un extintor de eficacia 89 b. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

## 4.16 SEÑALIZACIÓN.

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean

fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

La señalización escogida es la siguiente:

- Salidas de emergencia

Se instalara en todas las salidas de emergencia las señalizaciones siguientes:



**Figura 4.15.1. Señalización puerta evacuación.**



**Figura 4.15.2. Señalización encima puerta evacuación.**

La señalización "Empujar barra para abrir puerta" se instalara en la misma puerta y la "Salida de emergencia" encima de ella y debajo de la iluminación de emergencia.

- Salas y pasillos

Se instalaran en todas las salas, pasillos y por todo el taller señales que indican el sentido del recorrido de evacuación.



**Figura 4.15.3. Señalización salida de emergencia.**

- Extintores, bies y pulsadores de alarma

Se instalaran los siguientes carteles de señalización para extintores, bies y pulsadores de alarma.



**Figura 4.15.4. Señalización extintor.**



**Figura 4.15.5. Señalización boca de incendio (BIE).**



**Figura 4.15.6. Señalización pulsador de alarma.**

## **CAPÍTULO 5: VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.**

### **5.1 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN.**

La eliminación de humos y gases de la combustión de los espacios ocupados por sectores de incendio en establecimientos industriales, debe realizarse de acuerdo con la topología del edificio.

Como la nave industrial está catalogada como de riesgo Bajo con valor 2, determinado en el documento de Cálculos, en el apartado 2.6 no debe tener ventilación forzada obligatoriamente. Sin embargo la nave dispone de ventilación forzada ya que por su actividad esta lo requiere.

### **5.2 VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.**

La ventilación general tiene como objeto el mantenimiento de la pureza y de unas condiciones en el aire de un local determinado, es decir, mantener la temperatura, velocidad del aire y un nivel de contaminantes dentro de los límites admisibles para preservar la salud de los trabajadores.

El aire viciado se extrae del local mientras se introduce aire exterior para reemplazarlo. Se llama ventilación general mecánica cuando las renovaciones de aire se llevan a cabo mediante ventiladores o extractores.

El contaminante puede propagarse por todo el recinto siendo la misión del aire exterior la de diluir las impurezas hasta la concentración máxima admisible.

#### **5.2.1 Principios generales de la ventilación.**

La concepción de una instalación de ventilación general mecánica contiene una gran parte de intuición, sin embargo se pueden enumerar los siguientes principios:

- Asegurarse previamente de que la solución por ventilación localizada es técnicamente imposible.

- Tener en cuenta que puede aplicarse a contaminantes de baja toxicidad, de rápida difusión, pequeños flujos de emisión y siempre que el personal laboral está alejado de los focos emisores.
- Forzar un flujo general de las zonas limpias a las zonas contaminadas. Intentar hacer pasar el máximo de aire por las zonas contaminadas. Evitar las zonas de flujo muerto.
- Compensar las salidas de aire por las correspondientes entradas de aire.
- Evitar corrientes de aire.
- Utilizar los movimientos naturales de los contaminantes, es especial de las zonas calientes en su efecto ascensional.
- Utilizar preferentemente una instalación con introducción y extracciones mecánicas.
- Utilizar extracción mecánica y entrada natural.
- No se debe considerar una instalación de ventilación general para resolver problemas con material particular debido a que éste presenta dificultades de difusión.

Las naves industriales son ambientes que por necesidad requieren ventilación permanente, esto porque cualquier proceso productivo y de tratamiento de materias primas que se aloja en su interior, genera emisión de elementos contaminantes (polvo, gases, olores, etc.) que afectan la salud de las personas que trabajan en ellas, así como la maquinaria y equipos eléctricos expuestos.

A las máquinas e instalaciones y procesos industriales la ventilación permite controlar el calor, la toxicidad o la potencial explosividad de su ambiente.

### 5.2.2 Sistema de ventilación.

El sistema de ventilación en el taller de una nave industrial se rige por el tipo de contaminación que se produce en la actividad industrial realizada en su interior. La producida como general en esta nave se describe en los siguientes puntos:

- La soldadura ya sea por argón o por electrodo crea humos originados al fundir el material.

- El pulido de las electroafiladoras, el cual expulsa chispas causadas por el contacto con el material y con ello se puede expulsar humo según el estado del material si está oxidado.
- La maquinaria de gran potencia provoca el calentamiento de las mismas y del aire de la nave, el cual habrá que evacuar para mantener una temperatura constante y de confort en la nave.
- La entrada de camiones a las naves para realizar trabajos de carga y descarga, genera unos gases contaminantes debidos a la combustión del gasoil.

La contaminación ambiental de la zona del taller no se produce en una zona en concreto ya que las herramientas que la provocan son móviles y no se pueden efectuar dichos trabajos en un lugar determinado porque muchas de las piezas son de grandes dimensiones.

La utilización de la ventilación localizada sería inviable, otra razón expuesta es que los trabajadores nunca están alejados de los focos emisores debido a que es necesaria su presencia ya que son trabajos que necesitan de la mano del hombre.

El tipo de ventilación a utilizar será ventilación general o ambiental, en el que el aire que entra por el local se difunde por todo el espacio interior antes de alcanzar la salida.

### 5.2.3 Caudal de extracción.

Para la elección del extractor se tendrá que adoptar un valor para las renovaciones hora. La dificultad reside en la evaluación del índice de renovaciones por hora. En este campo es arriesgado dar normas precisas, dado que hay muchos factores que intervienen.

El caudal de extracción se debe calcular en función de las renovaciones por hora. Estas renovaciones dependen a la naturaleza o destino de los locales. A modo de ejemplo se muestra la siguiente tabla:

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA
Taller de pintura	30-60
Taller de mecanizado	6-10
Fundiciones	6-10
Hospitales	6-8
Laboratorios	6-12
Sala de calderas	20-30

**Tabla 5.2.3.1 Renovaciones por hora de cada local.**

Es recomendable partir de seis renovaciones de aire por hora como mínimo para calcular el caudal de extracción, ya que éstas aseguran la eliminación de las poluciones provocadas por las personas.

El aire en movimiento crea un efecto refrescante que puede ser expresado en función de la disminución de la temperatura del aire el cual daría el mismo efecto refrescante en aire tranquilo.

El recinto a ventilar ocupa una superficie de  $733,95 \text{ m}^2$  con una altura media de 7 m a lo largo de ella.

Para garantizar una buena calidad del aire respirable en la nave se renovara 8 veces el volumen total cada hora y hemos aplicado también un factor de corrección al cálculo de 1.3 para tener en cuenta a la hora de dimensionar las pérdidas producidas por rozamientos u otros motivos.

Se ventilaran  $5137,65 \text{ m}^3 / \text{h}$ , esto incluye tanto un sistema de impulsión, que será el encargado de introducir ese caudal de aire limpio a la nave, y otro de expulsión, que se encargara de sacar al exterior el aire contaminado causado por la actividad industrial.

## 5.2.4 Sistemas de ventilación empleados.

### 5.2.4.1 Impulsión.

Para el sistema de impulsión se ha optado por distribuir 2 ventiladores axiales murales con hélice de aluminio.

Las entradas de aire se colocarán en los muros de bloques de hormigón a lo largo de toda la pared noreste de la nave de la zona de producción.

Estas entradas de aire se dispondrán a la altura de 6 m y serán las encargadas de hacer entrar todo el aire necesario para desplazar cualquier tipo de humo propio de contaminación ambiental del interior.

#### 5.2.4.2 Extracción.

Para el sistema de extracción se ha optado por distribuir 2 ventiladores axiales murales con hélice de aluminio.

Las salidas de aire se colocarán en los muros de bloques de hormigón a lo largo de toda la pared suroeste de la nave de la zona de producción.

Estas salidas de aire se dispondrán a la altura de 6 m y serán las encargadas de sacar cualquier tipo de humo propio de contaminación ambiental del interior.

#### 5.2.5 Solución adoptada para la ventilación de la zona de producción.

Para el sistema de impulsión y extracción de la nave se ha escogido el mismo ventilador axial mural con hélices de aluminio de  $\varnothing 1000$  mm.

Por la pared noreste se colocarán los ventiladores de impulsión y en la pared suroeste se colocarán los ventiladores de extracción.

En su interior se tendrá que tener en cuenta la repartición de las tres fases, ya que según su reparto girará en sentido contrario al querido. Pero si sucede esta pequeña incidencia, solo bastará con cambiar dos de las tres fases de lugar, buscando el funcionamiento adecuado.

El ventilador axial mural escogido es del tipo HCBT/6-1000/H-X (1,5 kW):



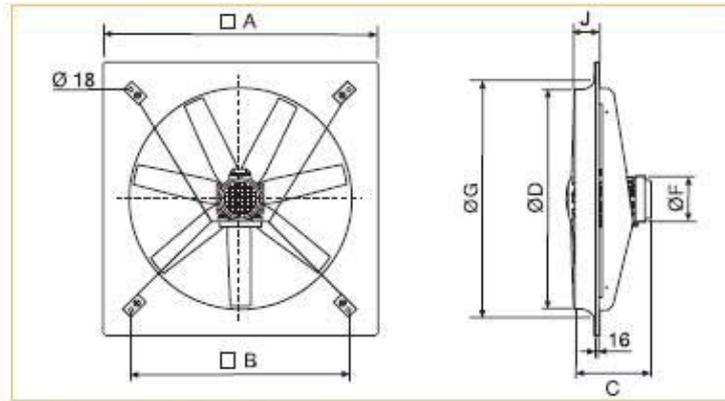
Figura 5.2.5.1. Ventilador axial mural.



#### ■ Características técnicas para modelos con hélices de ALUMINIO (continuación)

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia absorbida máxima (W)	Intensidad máxima (A)		Nivel de presión sonora (dB(A))	Caudal máximo (m <sup>3</sup> /h)	Peso (kg)	Regulador* posible de velocidad
			a 230 V	a 400 V				
TRIFASICOS 6 POLOS								
HCBT/6-355/H	875	90	0,5	0,3	50	2210	8	RMT-1,5
HCBT/6-400/H	830	110	0,5	0,3	52	3400	9	RMT-1,5
HCBT/6-450/H	835	190	0,8	0,5	53	4550	13	RMT-1,5
HCBT/6-500/H	840	250	0,9	0,5	56	5820	16	RMT-1,5
HCBT/6-560/H	900	410	1,6	0,9	59	8260	22	RMT-1,5
HCBT/6-630/H	810	460	2,0	1,2	60	11000	25	RMT-1,5
HCBT/6-710/H	920	1100	4,9	3,3	66	16500	27	-
HCBT/6-800/L-X (0,55 kW)	900	1180	3,9	2,2	70	19370	31	-
HCBT/6-800/H-X (0,75 kW)	940	1220	4,3	2,5	72	22000	36	-
HCBT/6-900/L-X (1,1 kW)	950	1400	5,7	3,3	74	23500	88	-
HCBT/6-900/H-X (1,5 kW)	950	2330	7,0	4	78	30000	95	-
HCBT/6-1000/L-X (1,1 kW)	940	1400	5,6	3,2	75	28000	54	-
HCBT/6-1000/H-X (1,5 kW)	950	2330	7,6	4,4	78	36400	62	-

Figura 5.2.5.2. Características técnicas del ventilador.



Modelo	A	B	Ø	J	Ø	C						Ø F					
						/4		/6		/8		/4		/6		/8	
						L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
800	1000	800	800	92	926	345	380	310	345	310	345	181	203	162	181	162	181
900	1120	900	900	120	1060		439						306				
1000	1290	1000	1000	110	1154	380	-	345	380	345	380	203	-	181	203	181	203

**Figura 5.2.5.3. Características físicas del ventilador S/P.**

La distribución y ubicación de los ventiladores axiales murales esta descrita en el documento de Planos, en el plano nº 15.

## **DOCUMENTO N°2: CÁLCULOS.**

# CAPÍTULO 1: CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

## 1.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO.

### 1.1.1 Introducción.

Para calcular la iluminación se ha utilizado el programa informático Dialux, el cual es proporcionado por el proveedor de luminarias. (ver el anexo 1, “Cálculos con el programa informático Dialux de la iluminación interior y exterior de la nave”).

Los factores que vamos a tener en cuenta para la elección de la iluminación son las siguientes:

- Objetivo del alumbrado.
- Exigencias arquitectónicas y decorativas.
- Tarea que se ha de realizar.
- Consideraciones económicas
- Dimensiones y propiedades del local.

### 1.1.2 Cálculos de la iluminación interior.

El programa seleccionado da los siguientes pasos básicos para realizar los cálculos, algunos datos tiene que seleccionarlos el usuario y otros los carga el programa según la luminaria elegida.

#### 1. Datos de partida

- Dimensiones del local
- Tarea a desarrollar
- Altura del plano de trabajo
- Factores de reflexión de techo y paredes
- Tabla de factores de utilización y rendimiento de los aparatos luminosos
- Tabla de luminosidad necesaria según tareas
- Mantenimiento y limpieza que se realiza.

#### 2. Determinación del nivel de iluminación en función de la tarea a desarrollar.

3. Elección del tipo de lámpara en función de las características de las mismas y de las del propio proyecto.

4. Elección del sistema de iluminación y de las luminarias.

5. Determinación de la altura de suspensión de los aparatos.

En los locales de altura normal, tales como oficinas, vestuarios y servicios, la tendencia actual es situar los aparatos de alumbrado tan altos como sea posible, para disminuir el riesgo de deslumbramiento y debido a que pueden separarse los focos luminosos, permite disminuir el número de éstos.

6. Distribución de los aparatos para conseguir uniformidad en la iluminación.

Generalmente los locales que se trata de iluminar son de forma rectangular. En este caso, los aparatos de alumbrado se sitúan formando hileras paralelas al eje mayor o al menor. En los demás casos, la situación de los aparatos depende de la forma que tenga la superficie de trabajo.

La elección del aparato condiciona la distribución de los aparatos en el local.

Con todo estos datos el programa calcula el nivel de iluminación que hay en cada punto solicitado, en el presente proyecto se calcula el nivel de iluminación de los puntos del plano de trabajo.

### 1.1.3 Resumen de las soluciones adoptadas.

Las soluciones adoptadas se pueden ver con todo detalle en el anexo del documento "Cálculos con el programa informático Dialux de la iluminación interior y exterior de la nave". Aunque a continuación podemos ver un pequeño resumen de los resultados obtenidos.

ILUMINACIÓN INTERIOR									
UBICACIÓN	TIPO DE LUMINARIA	Altura montaje	Nº DE LUMINARIAS	LAMPARAS/LUMINARIA	POTENCIA LÁMPARAS (W)	POTENCIA SISTEMA (W)	FLUJO LUMINOSO DE SALIDA (LUMEN)	VIDA UTIL (H)	POTENCIA TOTAL (W)
<b>PLANTA BAJA</b>									
Zona de Producción	BY 121P G2 1xLED 205S/840 WB	Suspendido 7m	16	1	198	198	20500	30000	3168
	WT 460C L1600 1xLED 64S/840 WB	Suspendido 4.1m	4	1	51,5	51,5	6400	50000	206
Recepción	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	6	1	41	41	3400	30000	246
Distribuidor	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Adosado 2.8 m	3	1	41	41	3400	30000	123
Vestuario Hombres	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	5	1	41	41	3400	30000	205
Vestuario Mujeres	DN570B 1xLED 12S/827 PSED-E C	Empotrado 2.8m	2	1	11,6	11,6	1200	50000	23,2
	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	5	1	41	41	3400	30000	205
	DN570B 1xLED 12S/827 PSED-E C	Empotrado 2.8m	2	1	11,6	11,6	1200	50000	23,2
Departamento de calidad	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	16	1	41	41	3400	30000	656
Almacén	WT 460C L1600 1xLED 64S/840 WB	Adosado 4m	4	1	51,5	51,5	6400	50000	206
<b>PLANTA ALTA</b>									
Enfermería	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	8	1	41	41	3400	30000	328
Aseos	DN570B 1xLED 12S/827 PSED-E C	Empotrado 2.8m	8	1	11,6	11,6	1200	50000	92,8
Despacho Director	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	16	1	41	41	3400	30000	656
Despacho Gerente	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.8m	12	1	41	41	3400	30000	492
Sala de Reuniones	RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	Empotrado 2.6m	24	1	41	41	3400	30000	984
Pasillo planta alta	WT 460C L1600 1xLED 64S/840 WB	Suspendido 6.2m y 6.6m	4	1	51,5	51,5	6400	50000	206
<b>CTC</b>									
Centro de Transformación	DN570B 1xLED 12S/827 PSED-E C	Adosado 2.58m	6	1	11,6	11,6	1200	50000	69,6
									<b>7889,8</b>

ILUMINACIÓN INTERIOR	
TIPO DE LUMINARIA	NUMERO TOTAL
BY 121P G2 1xLED 205S/840 WB	16
WT 460C L1600 1xLED 64S/840 WB	12
RC 125B W60L60 1xLED 34S/840	95
DN570B 1xLED 12S/827 PSED-E C	18

La potencia total del alumbrado interior será de **7889,8 W.**

### 1.1.4 Cálculos de la iluminación exterior.

El cálculo se realiza de una manera muy similar al del cálculo de interiores, pero con el inconveniente de que los valores de los grados de reflexión de techo paredes y suelo no se tienen en cuenta.

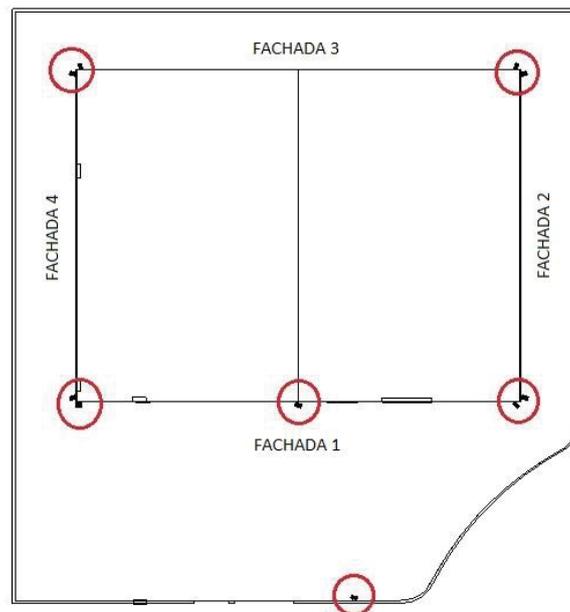
Para tener una idea se ha considerado como zona a iluminar el perímetro de la nave y su zona frontal con un incremento de aprox. 10 m.

En el perímetro de la nave se han distribuido 10 proyectores LED BVP650 LXTECO de 217 w.

El número y distribución de luminarias se ha realizado mediante el programa de cálculo Dialux. Con referencia a los niveles mínimos de iluminación media de los lugares de trabajo y los factores de iluminación, serían necesarios **50 lux**. Se ha obtenido una iluminación media de **93** y **54** luxes.

### 1.1.5 Resumen de las soluciones adoptadas.

Las soluciones adoptadas se pueden ver con todo detalle en el anexo del documento "Cálculos con el programa informático Dialux de la iluminación interior y exterior de la nave". Aunque a continuación podemos ver un pequeño resumen de los resultados obtenidos y del plano de las fachadas y del recinto de la parcela donde se colocarán los proyectores.



ILUMINACIÓN EXTERIOR									
UBICACIÓN	TIPO DE LUMINARIA	Altura montaje	Nº DE LUMINARIA	LAMPARAS/ LUMINARIA	POTENCIA LÁMPARAS	POTENCIA SISTEMA	FLUJO LUMINOSO	VIDA UTIL (H)	POTENCIA TOTAL (W)
ZONA EXTERIOR NAVE									
Fachada 1	BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO	7m	3	1	217	217	12000	50000	651
Fachada 2	BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO	7m	2	2	217	217	12000	50000	434
Fachada 3	BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO	7m	2	3	217	217	12000	50000	434
Fachada 4	BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO	7m	2	4	217	217	12000	50000	434
Parcela	BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO	7m	1	5	217	217	12000	50000	217
									2170

ILUMINACIÓN EXTERIOR	
TIPO DE LUMINARIA	NUMERO TOTAL
BVP650 -LED ECONOMYLINE-29K-SIMETRICO	10

La potencia total del alumbrado interior será de 2170 W.

### 1.1.6 Cálculos y resumen de soluciones adoptadas de iluminación de emergencia y señalización.

En la siguiente tabla se recoge de forma resumida los cálculos empleados y todas las luminarias utilizadas y sus respectivas referencias, para el alumbrado de emergencia y señalización.

ILUMINACIÓN ESPECIAL		SUPERFICIE (m2)	PROPORCIÓN (5lm/m2)	FLUJO NECESARIO (lm)	TIPO DE LUMINARIA	Altura montaje (m)	Nº DE LUMINARIA	LAMPARAS/LUMINARIA	POTENCIA LÁMPARAS (W)	POTENCIA SISTEMA (W)	FLUJO LUMINOSO (lm)	POTENCIA TOTAL (W)	(lm) proporcionados
<b>PLANTA BAJA</b>													
Zona de Producción		733,95	5	3669,75	SD-1156	6,2m	4	1	18	18	900	72	3930
					EVO-110	2,3m	3	1	6	6	110	18	
Recepción		39,08	5	195,4	EVO-110	2,1m	3	1	6	6	110	18,00	330,0
Distribuidor		19,3	5	96,5	EVO-110	2,1m	3	1	6	6	110	18	330
Vestuario Hombres		50,9	5	254,5	EVO-110	2,1m	5	1	6	6	110	30	550
Vestuario Mujeres		50,9	5	254,5	EVO-110	2,1m	5	1	6	6	110	30	550
Departamento de calidad		76,23	5	381,15	EVO-110	2,1m	4	1	6	6	110	24	440
Almacén		70,305	5	351,525	EVO-110	2,3m	4	1	6	6	110	24	440
<b>PLANTA ALTA</b>													
Enfermería		33	5	165	EVO-110	2,1m	2	1	6	6	110	12	220
Aseos		34,32	5	171,6	EVO-110	2,1m	4	1	6	6	110	24	440
Despacho Director		63,41	5	317,05	EVO-110	2,1m	3	1	6	6	110	18	330
Despacho Gerente		53,82	5	269,1	EVO-110	2,1m	3	1	6	6	110	18	330
Sala de Reuniones		118,34	5	591,7	EVO-110	2,1m	6	1	6	6	110	36	660
Pasillo planta alta		36,75	5	183,75	EVO-110	2,1m	2	1	6	6	110	12	220
<b>CTC</b>													
Centro de transformación		14,47	5	72,35	EVO-111	2,3m	3	1	6	6	110	18	330
												<b>372</b>	

ILUMINACIÓN ESPECIAL	NUMERO TOTAL
TIPO DE LUMINARIA	
SD-1156	4
EVO-110	51

La potencia total del alumbrado interior será de **372 W.**

## 1.2 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.

### 1.2.1 Introducción.

En este apartado se va a calcular las intensidades de línea que circulan por cada uno de los circuitos que componen la instalación.

Para realizar los cálculos se partirá de la potencia consumida por cada uno de los receptores y se usarán las siguientes fórmulas, dependiendo del tipo de red que se tenga:

Receptor monofásico:

$$I_a = \frac{P}{V \cos \varphi}$$

Receptor trifásico:

$$I_a = \frac{P}{\sqrt{3} V \cos \varphi}$$

Dónde:

- $I_a$  = intensidad nominal (A).
- $P$  = potencia consumida en cada receptor (W).
- $V$  = tensión nominal (V).
- $\cos \varphi$  = factor de potencia de cada receptor.

Además se tendrá en cuenta el factor de corrección que ha de aplicarse en cada caso, dependiendo del tipo de receptor que se tenga (un solo motor, varios motores, lámparas).

Cuando los receptores sean motores la potencia se multiplica por 1.25, ya que según la dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en su ITC-BT 47, los conductores que alimenta a plena carga del motor. Y en el caso en que la línea alimente varios motores, la línea se dimensiona para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad de plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

También habrá que tener en cuenta el factor de simultaneidad ya que al tratarse de un proceso productivo por fases, las máquinas no funcionan a la vez.

Para calcular la Potencia Activa total de cada línea, se sumará las de todos los elementos de la misma línea.

### 1.2.2 Cuadro general de distribución y cuadros auxiliares.

- Cuadro general de distribución.

CUADRO GENERAL DISTRIBUCIÓN	Pc(W)	Sc(VA)	Qc(Var)	In(A)
Batería Condensadores			88434,63 C	127,64
Cuadro aux 1	123175,00	162933,62	85904,32755	210,08
Cuadro aux 2	55062,50	64377,86	33278,31096	92,92
Cuadro aux 3	57375,00	68528,90	37238,12031	98,91
Cuadro aux 4	41847,70	47957,99	20498,86412	65,65
	<b>277460,2</b>	<b>343798,4</b>	<b>176919,6</b>	<b>595,2</b>

- Cuadro auxiliar 1.

Cuadro aux 1	P(W)	Fc	Pc(W)	FASE	V(V)	Cos $\phi$	$\phi$	S(VA)	Q(Var)	In(A)
<b>Maquinaria</b>										
M2. Taladro de columna	2200	1,25	2750	Trifásica	400	0,8	36,87	3437,50	2062,50	4,96
M3. Taladro de engranajes	1100	1,25	1375	Trifásica	400	0,8	36,87	1718,75	1031,25	2,48
M9. Fresadora de bancada fija	22000	1,25	27500	Trifásica	400	0,85	31,79	32352,94	17042,97	46,70
M14. Soldadura por hilo continuo MIG-MAG	10240	1,25	12800	Trifásica	400	0,85	31,79	15058,82	7932,73	21,74
M15. Soldadura por electrodo MMA	44000	1	44000	Trifásica	400	0,85	31,79	64705,88	34085,94	74,72
M12. Mandriladora	15000	1,25	18750	Trifásica	400	0,8	36,87	23437,50	14062,50	33,83
M13. Electroerosion por hilo	16000	1	16000	Trifásica	400	0,9	25,84	22222,22	9686,44	25,66
			<b>123175</b>					<b>162933,62</b>	<b>85904,33</b>	<b>210,08</b>

- Cuadro auxiliar 2.

Cuadro aux 2	P(W)	F <sub>c</sub>	P <sub>c</sub> (W)	FASE	V(V)	Cos φ	φ	S(VA)	Q(Var)	In(A)
<b>Maquinaria</b>										
M8. Fresadora de torreta	3680	1,25	4600	Trifásica	400	0,85	31,79	5411,76	2850,82	7,81
M6. Torno vertical	27000	1,25	33750	Trifásica	400	0,85	31,79	39705,88	20916,37	57,31
M5. Torno horizontal	7350	1,25	9187,5	Trifásica	400	0,85	31,79	10808,82	5693,90	15,60
M10. Rectificadora cilíndrica	5500	1,25	6875	Trifásica	400	0,9	25,84	7638,89	3329,71	11,03
M7. Electroafiladora	520	1,25	650	Trifásica	400	0,8	36,87	812,50	487,50	1,17
			<b>55062,50</b>					<b>64377,86</b>	<b>33278,31</b>	<b>92,92</b>

- Cuadro auxiliar 3.

Cuadro aux 3		P(W)	Fc	Pc(W)	FASE	V(V)	Cos $\phi$	$\phi$	S(VA)	Q(Var)	In(A)
<b>Maquinaria</b>											
M19. Compresor de aire	7350	1,25	9187,5	Trifásica	400	0,8	36,87	11484,38	6890,63	16,58	
M11. Rectificadora sup. Planas	4000	1,25	5000	Trifásica	400	0,9	25,84	5555,56	2421,61	8,02	
M18. Cizalla guillotina hidráulica	9000	1,25	11250	Trifásica	400	0,8	36,87	14062,50	8437,50	20,30	
M4. Tronzadora de sierra de cinta	1800	1,25	2250	Trifásica	400	0,9	25,84	2500,00	1089,72	3,61	
M16. Prensa mecánica de volante directo	7500	1,25	9375	Trifásica	400	0,85	31,79	11029,41	5810,10	15,92	
M17. Prensa mecánica de reducción de engranajes	11000	1,25	13750	Trifásica	400	0,85	31,79	16176,47	8521,48	23,35	
M22. Esmeril	3000	1,25	3750	Trifásica	400	0,85	31,79	4411,76	2324,04	6,37	
M21. Sierra	1500	1,25	1875	Trifásica	400	0,85	31,79	2205,88	1162,02	3,18	
M20. Roscadora	750	1,25	937,5	Trifásica	400	0,85	31,79	1102,94	581,01	1,59	
			<b>57375</b>					<b>68528,90</b>	<b>37238,12</b>	<b>98,91</b>	

- Cuadro auxiliar 4.

Cuadro aux 4	P(W)	Fc	Pc (W)	FASE	V(V)	Cos $\phi$	$\phi$	S(VA)	Q(Var)	In(A)
Alumbrado Interior										
A1. Zona de Producción 1	1584	1	1584	Monofásica	230	1	0,00	1584,00	0,00	6,89
A2. Zona de Producción 2	1584	1	1584	Monofásica	230	1	0,00	1584,00	0,00	6,89
A3. Almacén y Entrada de camiones	384	1	384	Monofásica	230	1	0,00	384,00	0,00	1,67
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calidad	1358,4	1	1358,4	Monofásica	230	1	0,00	1358,40	0,00	5,91
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	781,3	1	781,3	Monofásica	230	1	0,00	781,30	0,00	3,40
A6. Despacho director, Despacho gerente y Sala de reuniones	2132	1	2132	Monofásica	230	1	0,00	2132,00	0,00	9,27
A7. Exterior de la nave	2170	1	2170	Monofásica	230	1	0,00	2170,00	0,00	9,43
Tomas de Corriente										
TC1. Monofásicas Zona Producción y Almacén	4000	1	4000	Monofásica	230	0,85	31,79	4705,88	2478,98	20,46
TC2. Trifásicas Zona Producción y Dep. calidad	10000	1	10000	Trifásica	400	0,85	31,79	11764,71	6197,44	16,98
TC3. Monofásicas Oficinas planta baja y Puerta Enrollable	5000	1	5000	Monofásica	230	0,85	31,79	5882,35	3098,72	25,58
TC4. Monofásicas Oficinas planta alta	5000	1	5000	Monofásica	230	0,85	31,79	5882,35	3098,72	25,58
Ventilación										
V1.Zona de Producción	6000	1,25	7500	Trifásica	400	0,8	36,87	9375,00	5625,00	13,53
Emergencias										
E1. Zona de producción y Entrada camiones	90	1	90	Monofásica	230	1	0,00	90,00	0,00	0,39
E2. Almacén	24	1	24	Monofásica	230	1	0,00	24,00	0,00	0,10

E3. Recepción, Vestuarios y Dep. calidad	102	1	102	Monofásica	230	1	0,00	102,00	0,00	0,44
E4. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	66	1	66	Monofásica	230	1	0,00	66,00	0,00	0,29
E5. Despacho director, Despacho gerente y sala de reuniones	72	1	72	Monofásica	230	1	0,00	72,00	0,00	0,31

	Pc (W)	S(VA)	Q(Var)	I(mono y trif)	I Trifasica
MONOFÁSICA	24347,70	26818,29	8676,42	116,60	35,14288
TRIFÁSICA	17500,00	21139,71	11822,44	30,51	30,51
	<b>41847,7</b>	<b>47957,99</b>	<b>20498,86</b>		<b>65,65288</b>

### 1.2.3 Cálculo de la potencia del transformador.

Tras el cálculo de la potencia e intensidades que demandará la empresa, se ha visto que para estas necesidades de consumo y de utilización el transformador más adecuado es uno de 630 KVA ya que proporciona una intensidad de:

$$I = \frac{S}{400\sqrt{3}} = 909.326A$$

De esta forma la instalación de la nave queda abastecida, ya que la demanda es de **549 A**.

## 1.3 SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.

### 1.3.1 Introducción.

Para el cálculo de las secciones de los conductores tendremos en cuenta los siguientes criterios:

#### **Intensidad máxima admisible**

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A

- P: Potencia en W
- Uf: Tensión simple en V
- Ul: Tensión compuesta en V
- cos(phi): Factor de potencia

### Caída de tensión

La caída de tensión no superará el siguiente valor:

- Derivación individual: 1,5%

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

#### 1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

#### 2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C. Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

Cobre

### Aluminio

Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar. Los tres criterios son los siguientes:

- a) Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente. En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

Se aplicará la fórmula siguiente:

La temperatura 'Tmax' depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

- b) Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente  $T_0$  (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

- c) Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente  $T_0$ , que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

En las tablas de resultados de cálculo se especifica el criterio empleado para las diferentes líneas.

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A
- Iz: Intensidad admisible del cable en A.
- P: Potencia en W

- $\cos(\phi)$ : Factor de potencia
- S: Sección en mm<sup>2</sup>
- L: Longitud en m
- $\rho$ : Resistividad del conductor en ohm·mm<sup>2</sup>/m
- $\alpha$ : Coeficiente de variación con la temperatura

### 1.3.1 Cálculo de las secciones de las líneas.

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
    - Circuitos interiores de la instalación:
      - 3% para circuitos de alumbrado.
      - 5% para el resto de circuitos.
  - Caída de tensión acumulada
    - Circuitos interiores de la instalación:
      - 4,5% para circuitos de alumbrado.
      - 6,5% para el resto de circuitos.
  - I<sub>max</sub>: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I<sub>z</sub>).
- Los resultados obtenidos para el cálculo de las secciones de los conductores y sus correspondientes caídas de tensiones se resumen en las siguientes tablas:

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I <sub>z</sub> (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
CGD	T	368.08	0.88	35.0	RZ1 0.6/1 kV 15 G 240	1320.0	603.1	0.26	0.26
Cuadro1	T	123.89	0.85	32.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 95 + 1 G 50	271.0	210.6	0.61	0.87
Cuadro2	T	56.25	0.86	6.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	144.0	94.9	0.14	0.40
Cuadro3	T	58.08	0.84	22.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 35 + 1 G 16	144.0	99.8	0.53	0.80
Cuadro4	T	41.97	0.90	19.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	91.0	67.4	0.73	1.00
Condensadores	T	84.01	0.95	5.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 120 + 1 G 70	260.0	127.6	0.05	0.31

#### CUADROS AUXILIARES:

- **Cuadro1**

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I <sub>z</sub> (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
M2+M3	T	4.18	0.80	Puente	H07V 5 G 4	27.0	7.6	0.01	0.88
M2. Taladro de columna	T	2.75	0.80	17.0	H07V 5 G 4	24.0	5.0	0.17	1.05

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
M3. Taladro de engranajes	T	1.38	0.80	15.0	H07V 5 G 4	24.0	2.5	0.08	0.96
M9. Fresadora de bancada fija	T	27.50	0.85	11.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	46.7	0.44	1.31
M14. Soldadura por hilo continuo MIG-MAG	T	12.80	0.85	6.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	21.7	0.19	1.06
M15. Soldadura por electrodo MMA	T	44.00	0.85	4.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 25 + 1 G 16	95.0	74.7	0.1	0.97
M12. Mandriladora	T	18.75	0.80	9.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	33.8	0.25	1.12
M13. Electroerosion por hilo	T	16.00	0.90	15.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 10	54.0	25.7	0.35	1.22

- **Cuadro2**

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
M7+M8+M10	T	12.16	0.88	Puente	RZ1 0.6/1 kV 4 G 16 + 1 x 10	100.0	20.0	0.01	0.41
M8. Fresadora de torreta	T	4.60	0.85	30.0	H07V 5 G 2.5	18.5	7.8	0.82	1.23
M7. Electroafiladora	T	0.65	0.80	9.0	H07V 5 G 4	24.0	1.2	0.02	0.43
M10. Rectificadora cilíndrica	T	6.88	0.90	14.0	H07V 5 G 4	24.0	11.0	0.36	0.77
M6. Torno vertical	T	33.75	0.85	27.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 16	73.0	57.3	0.84	1.24
M5. Torno horizontal	T	9.19	0.85	18.0	H07V 5 G 4	24.0	15.6	0.61	1.02

- **Cuadro3**

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
M11+M4	T	6.80	0.90	Puente	H07V 5 G 4	24.0	10.9	0.01	0.81
M11. Rectificadora sup. Planas	T	5.00	0.90	12.0	H07V 5 G 4	24.0	8.0	0.22	1.03
M4. Tronzadora de sierra de cinta	T	2.25	0.90	8.0	H07V 5 G 4	24.0	3.6	0.07	0.87
M20+M21+M22	T	6.48	0.85	Puente	H07V 5 G 4	24.0	11.0	0.01	0.81
M20. Roscadora	T	0.80	0.85	22.0	H07V 5 G 4	24.0	1.4	0.06	0.87
M21. Sierra	T	1.88	0.85	20.0	H07V 5 G 4	24.0	3.2	0.14	0.95
M22. Esmeril	T	3.75	0.85	14.0	H07V 5 G 4	24.0	6.4	0.19	1.00

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
M19. Compresor de aire	T	9.19	0.80	14.0	H07V 5 G 4	24.0	16.6	0.48	1.27
M18. Cizalla guillotina hidráulica	T	11.25	0.80	6.0	H07V 5 G 4	24.0	20.3	0.25	1.05
M16. Prensa mecánica de volante directo	T	9.38	0.85	13.0	H07V 5 G 4	24.0	15.9	0.45	1.25
M17. Prensa mecánica de reducción de engranajes	T	13.75	0.85	17.0	H07V 5 G 6	32.0	23.3	0.58	1.37

- **Cuadro4**

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
A1. Zona de Producción 1 + Emergencias	M	1.68	1.00	Puente	H07V 3 G 2.5	21.0	7.3	0.03	1.03
A1. Zona de Producción 1	M	1.58	1.00	94.0	H07V 3 G 2.5	21.0	6.9	2.67	3.69
E1. Zona de producción y Entrada camiones	M	0.09	1.00	126.0	H07V 3 G 1.5	15.0	0.4	0.34	1.37
A2. Zona de Producción 2	M	1.58	1.00	106.0	H07V 3 G 2.5	21.0	6.9	3.01	4.00
A3. Almacén y Entrada de camiones + Emergencias	M	0.41	1.00	Puente	H07V 3 G 1.5	15.0	1.8	0.01	1.01
A3. Almacén y Entrada de camiones	M	0.38	1.00	120.0	H07V 3 G 1.5	15.0	1.7	1.37	2.38
E2. Almacén	M	0.02	1.00	82.0	H07V 3 G 1.5	15.0	0.1	0.06	1.07
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calidad + Emergencias	M	1.58	1.00	Puente	H07V 3 G 4	27.0	6.8	0.02	1.01
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calida	M	1.48	1.00	133.0	H07V 3 G 4	27.0	6.4	2.18	3.19
E3. Recepción, Vestuarios y Dep. calidad	M	0.10	1.00	76.0	H07V 3 G 1.5	15.0	0.4	0.23	1.24
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos + Emergencias	M	0.85	1.00	Puente	H07V 3 G 1.5	15.0	3.7	0.03	1.02
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	M	0.78	1.00	81.0	H07V 3 G 1.5	15.0	3.4	1.89	2.91
E4. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	M	0.07	1.00	38.0	H07V 3 G 1.5	15.0	0.3	0.07	1.10
A6. Despacho director, gerente y Reuniones + Emergencias	M	2.20	1.00	Puente	H07V 3 G 6	36.0	9.5	0.02	1.01
A6. Despacho director, gerente y Reuniones	M	2.13	1.00	170.0	H07V 3 G 6	36.0	9.2	2.68	3.70
E5. Despacho director, Despacho gerente y sala de	M	0.07	1.00	82.0	H07V 3 G 1.5	15.0	0.3	0.18	1.19
A7. Exterior de la nave	M	2.17	1.00	210.0	H07V 3 G 10	50.0	9.4	1.95	2.95
TC1. Monofásicas Zona Producción y Almacén	M	4.00	0.85	75.0	H07V 3 G 4	27.0	20.4	3.33	4.33
TC2. Trifásicas Zona Producción y Dep. calidad	T	10.00	0.85	52.0	H07V 5 G 4	24.0	17.0	1.92	2.92
TC3. Monofásicas Oficinas planta baja y Puerta Enr	M	5.00	0.85	60.0	H07V 3 G 6	36.0	25.5	2.22	3.22
TC4. Monofásicas Oficinas planta alta	M	5.00	0.85	80.0	H07V 3 G 6	36.0	25.5	2.96	3.96
V1. Zona de Producción	T	7.50	0.80	90.0	H07V 5 G 2.5	18.5	13.5	2.01	3.01

- Los resultados obtenidos para los diámetros exteriores de los tubos se resumen en las siguientes tablas:

**Cuadro1**

Esquemas	Diámetro de tubo
M2+M3	Puente
M2. Taladro de columna	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M3. Taladro de engranajes	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M9. Fresadora de bancada fija	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 32 mm
M14. Soldadura por hilo continuo MIG-MAG	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 50 mm
M15. Soldadura por electrodo MMA	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 50 mm
M12. Mandriladora	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 32 mm
M13. Electroerosion por hilo	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 32 mm

**Cuadro2**

Esquemas	Tipo de instalación
M7+M8+M10	Puente
M8. Fresadora de torreta	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 20 mm
M7. Electroafiladora	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M10. Rectificadora cilíndrica	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M6. Torno vertical	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 40 mm
M5. Torno horizontal	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm

**Cuadro3**

Esquemas	Tipo de instalación
M11+M4	Puente
M11. Rectificadora sup. Planas	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M4. Tronzadora de sierra de cinta	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M20+M21+M22	Puente
M20. Roscadora	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M21. Sierra	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M22. Esmeril	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M19. Compresor de aire	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm

Esquemas	Tipo de instalación
M18. Cizalla guillotina hidráulica	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M16. Prensa mecánica de volante directo	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm
M17. Prensa mecánica de reducción de engranajes	Subterránea a 0,7m bajo tubo DN: 25 mm

**Cuadro4**

Esquemas	Tipo de instalación
A1. Zona de Producción 1 + Emergencias	Puente
A1. Zona de Producción 1	Bajo tubo y bandeja DN: 20 mm
E1. Zona de producción y Entrada camiones	Bajo tubo y bandeja DN: 16 mm
A2. Zona de Producción 2	Bajo tubo y bandeja DN: 20 mm
A3. Almacén y Entrada de camiones + Emergencias	Puente
A3. Almacén y Entrada de camiones	Bajo tubo y bandeja DN: 16 mm
E2. Almacén	Bajo tubo y bandeja DN: 16 mm
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calidad + Emergencias	Puente
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calida	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 20 mm
E3. Recepción, Vestuarios y Dep. calidad	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 16 mm
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos + Emergencias	Puente
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 16 mm
E4. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 16 mm
A6. Despacho director, gerente y Reuniones + Emergencias	Puente
A6. Despacho director, gerente y Reuniones	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 25 mm
E5. Despacho director, Despacho gerente y sala de	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 16 mm
A7. Exterior de la nave	Bajo tubo y bandeja DN: 25 mm
TC1. Monofásicas Zona Producción y Almacén	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 20 mm
TC2. Trifásicas Zona Producción y Dep. calidad	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 25 mm
TC3. Monofásicas Oficinas planta baja y Puerta Enr	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 25 mm
TC4. Monofásicas Oficinas planta alta	Tubos en canalizaciones empotradas DN: 25 mm
V1.Zona de Producción	Bajo tubo y bandeja DN: 20 mm

## 1.4 CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.

### 1.4.1 Introducción.

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objetivo determinar el poder de corte de los dispositivos de protección considerados, estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones.

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se han tenido en cuenta las siguientes condiciones:

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- Ul: Tensión compuesta en V
- Uf: Tensión simple en V
- Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- Icc: Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

- $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ : Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- $X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$ : Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para  $0,01 \leq 0,1$  s, y donde:

- I: Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t: Tiempo de desconexión en s.
- C: Constante que depende del tipo de material.
- incremento T: Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S: Sección en mm<sup>2</sup>

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

#### 1.4.2 Cálculo de las protecciones.

##### Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- $I_{uso}$  = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- $I_n$  = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- $I_z$  = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- $I_{tc}$  = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

##### Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

Para  $I_{cc} \text{ máx}$ :  $T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$

Para  $I_{cc} \text{ mín}$ :  $T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- $I_{cu}$  = Intensidad de corte último del dispositivo.
- $I_{cs}$  = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la  $I_{cc}$  en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- $T_p$  = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- $T_{\text{cable}}$  = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

### Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	I <sub>uso</sub> (A)	Protecciones	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>tc</sub> (A)	1.45 x I <sub>z</sub> (A)
CGD	368.08	T	603.1	NF1250-SW In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; I <sub>cu</sub> : 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	1320.0	819.0	1914.0
CGD (aux1)	123.89	T	210.6	NF400-UEW In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	271.0	325.0	393.0
CGD (aux2)	56.25	T	94.9	NF160-FW In: 160 A; Un: 240 ÷ 500 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	144.0	130.0	208.8
CGD (aux3)	58.08	T	99.8	NF160-FW In: 160 A; Un: 240 ÷ 500 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	144.0	130.0	208.8
CGD (aux4)	41.97	T	67.4	NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 500 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	91.0	117.0	132.0
Cuadro1	123.89	T	210.6	NF250-SEP In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	271.0	325.0	393.0
Cuadro2	56.25	T	94.9	NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 500 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	144.0	130.0	208.8
Cuadro3	58.08	T	99.8	NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 500 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	144.0	130.0	208.8
Cuadro4	41.97	T	67.4	NF100-SW In: 100 A; Un: 240 ÷ 500 V; I <sub>cu</sub> : 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	91.0	117.0	132.0
Condensadores	84.01	T	127.6	DPX 400 In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; I <sub>cu</sub> : 16 ÷ 60 kA; Curva I - t (Ptos.)	260.0	325.0	377.0

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
CGD	T	NF1250-SW In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	50.0	50.0	12.0 5.7	>= 5 >= 5	0.05 0.05
CGD (aux1)	T	NF400-UEW In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	11.3 4.1	1.43 >= 5	0.02 0.02
CGD (aux2)	T	NF160-FW In: 160 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	11.3 4.8	0.19 1.11	0.02 0.02
CGD (aux3)	T	NF160-FW In: 160 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	11.3 3.3	0.19 2.27	0.02 0.02
CGD (aux4)	T	NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	11.3 2.4	< 0.1 0.89	- 0.02
Cuadro1	T	NF250-SEP In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	11.3 5.4	2.29 >= 5	0.02 0.02
Cuadro2	T	NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	11.3 4.8	0.19 1.11	0.02 0.02
Cuadro3	T	NF125-SW In: 125 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	11.3 3.3	0.19 2.27	0.02 0.02
Cuadro4	T	NF100-SW In: 100 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	11.3 2.4	< 0.1 0.89	- 0.02
Condensadores	T	DPX 400 In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 16 ÷ 60 kA; Curva I - t (Ptos.)	36.0	36.0	11.3 5.4	2.29 >= 5	0.02 0.02

Cuadros auxiliares y composición:

Cuadro1Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I <sub>tc</sub> (A)	1.45 x Iz (A)
M2+M3	4.18	T	7.6	EN60898 10kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	27.0	36.3	39.2
M2. Taladro de columna	2.75	T	5.0	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M3. Taladro de engranajes	1.38	T	2.5	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M9. Fresadora de bancada fija	27.50	T	46.7	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	54.0	65.5	78.3
M14. Soldadura por hilo continuo MIG-MAG	12.80	T	21.7	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	57.6	73.7	83.5
M15. Soldadura por electrodo MMA	44.00	T	74.7	DPX-E 125 In: 100 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	95.0	117.0	137.8
M12. Mandriladora	18.75	T	33.8	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	54.0	65.5	78.3
M13. Electroerosion por hilo	16.00	T	25.7	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	54.0	65.5	78.3

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
M2+M3	T	EN60898 10kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	10.0	7.5	8.2 3.7	< 0.1 < 0.1	- -
M2. Taladro de columna	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	7.4 0.8	< 0.1 0.30	- 0.02
M3. Taladro de engranajes	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	7.4 0.9	< 0.1 0.24	- 0.02
M9. Fresadora de bancada fija	T	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	8.2 2.2	< 0.1 0.43	- 0.02
M14. Soldadura por hilo continuo MIG-MAG	T	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	8.2 2.3	< 0.1 0.14	- 0.02
M15. Soldadura por electrodo MMA	T	DPX-E 125 In: 100 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	8.2 3.6	0.19 0.96	0.02 0.02
M12. Mandriladora	T	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	8.2 2.4	< 0.1 0.36	- 0.02
M13. Electroerosion por hilo	T	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	8.2 1.9	< 0.1 0.60	- 0.02

Cuadro2Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
M7+M8+M10	12.16	T	20.0	-	100.0	-	145.0
M8. Fresadora de torreta	4.60	T	7.8	C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	18.5	13.0	26.8
M7. Electroafiladora	0.65	T	1.2	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M10. Rectificadora cilíndrica	6.88	T	11.0	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M6. Torno vertical	33.75	T	57.3	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	73.0	81.9	105.9
M5. Torno horizontal	9.19	T	15.6	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
M7+M8+M10	T	-	-	-	9.5 4.6	< 0.1 < 0.1	- -
M8. Fresadora de torreta	T	C60L Curva B In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	9.2 0.4	< 0.1 0.65	- 0.02
M7. Electroafiladora	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	9.2 1.4	< 0.1 0.10	- 0.02
M10. Rectificadora cilíndrica	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	9.2 1.0	< 0.1 0.20	- 0.02

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
M6.Torno vertical	T	DPX-E 125 In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	16.0	16.0	9.5 1.8	< 0.1 1.56	- 0.02
M5.Torno horizontal	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	12.5	9.5 0.9	< 0.1 0.29	- 0.02

### Cuadro3

#### Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
M11+M4	6.80	T	10.9	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M11. Rectificadora sup. Planas	5.00	T	8.0	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M4. Tronzadora de sierra de cinta	2.25	T	3.6	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M20+M21+M22	6.48	T	11.0	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M20. Roscadora	0.80	T	1.4	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M21. Sierra	1.88	T	3.2	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M22. Esmeril	3.75	T	6.4	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M19. Compresor de aire	9.19	T	16.6	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M18. Cizalla guillotina hidráulica	11.25	T	20.3	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M16. Prensa mecánica de volante directo	9.38	T	15.9	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	24.0	29.3	34.8
M17. Prensa mecánica de reducción de engranajes	13.75	T	23.3	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	32.0	32.5	46.4

#### Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
----------	------	--------------	----------	----------	------------------	--------------------------	----------------------

Esquemas	Tip o	Protecciones	Icu (kA )	Ics (kA )	Icc má x mín (kA )	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
M11+M4	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.6 3.0	< 0.1 < 0.1	- -
M11. Rectificadora sup. Planas	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.1 1.0	< 0.1 0.20	- 0.02
M4. Tronzadora de sierra de cinta	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.1 1.3	< 0.1 0.12	- 0.02
M20+M21+M2 2	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.6 3.0	< 0.1 < 0.1	- -
M20. Roscadora	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.1 0.7	< 0.1 0.48	- 0.02
M21. Sierra	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.1 0.7	< 0.1 0.41	- 0.02
M22. Esmeril	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.1 0.9	< 0.1 0.25	- 0.02
M19. Compresor de aire	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.6 1.0	< 0.1 0.23	- 0.02
M18. Cizalla guillotina hidráulica	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.6 1.6	< 0.1 < 0.1	- -
M16. Prensa mecánica de volante directo	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.6 1.0	< 0.1 0.21	- 0.02
M17. Prensa mecánica de reducción de engranajes	T	DPX 125 In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	25. 0	12. 5	6.6 1.1	< 0.1 0.39	- 0.02

## Cuadro4

- Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tip o	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I <sub>tc</sub> (A)	1.45 x Iz (A)
A1. Zona de Producción 1	1.58	M	6.9	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	21. 0	14. 5	30.5
E1. Zona de producción y Entrada camiones	0.09	M	0.4	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15. 0	8.7	21.8
A2. Zona de Producción 2	1.58	M	6.9	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	21. 0	14. 5	30.5

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Usos (A)	Protecciones	Iz (A)	I <sub>tc</sub> (A)	1.45 x Iz (A)
A3. Almacén y Entrada de camiones	0.38	M	1.7	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
E2. Almacén	0.02	M	0.1	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calidad	1.48	M	6.4	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	27.0	14.5	39.2
E3. Recepción, Vestuarios y Dep. calidad	0.10	M	0.4	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	0.78	M	3.4	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
E4. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	0.07	M	0.3	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
A6. Despacho director, gerente y Reuniones	2.13	M	9.2	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	14.5	52.2
E5. Despacho director, Despacho gerente y sala de	0.07	M	0.3	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	15.0	8.7	21.8
A7. Exterior de la nave	2.17	M	9.4	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	50.0	14.5	72.5
TC1. Monofásicas Zona Producción y Almacén	4.00	M	20.4	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	27.0	36.3	39.2
TC2. Trifásicas Zona Producción y Dep. calidad	10.00	T	17.0	C60N Curva B In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	24.0	29.0	34.8
TC3. Monofásicas Oficinas planta baja y Puerta Enr	5.00	M	25.5	EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	46.4	52.2
TC4. Monofásicas Oficinas planta alta	5.00	M	25.5	EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	36.0	46.4	52.2
V1. Zona de Producción	7.50	T	13.5	C60N Curva B In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	18.5	23.2	26.8

- Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
A1. Zona de Producción 1	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.2 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
E1. Zona de producción y Entrada camiones	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.2 0.1	< 0.1 >= 5	- 1.89
A2. Zona de Producción 2	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
A3. Almacén y Entrada de camiones	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.1 0.1	< 0.1 >= 5	- 1.56
E2. Almacén	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.1 0.1	< 0.1 4.50	- 0.10
A4. Recepción, Vestuarios y Departamento de calida	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
E3. Recepción, Vestuarios y Dep. calidad	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 0.1	< 0.1 3.85	- 0.10
A5. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.1 0.1	< 0.1 4.39	- 0.10
E4. Distribuidor, Pasillo, Enfermería y Aseos	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.1 0.2	< 0.1 1.06	- 0.10
A6. Despacho director, gerente y Reuniones	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 0.2	< 0.1 >= 5	- 0.10
E5. Despacho director, Despacho gerente y sala de	M	EN60898 6kA Curva C In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.3 0.1	< 0.1 4.46	- 0.10
A7. Exterior de la nave	M	EN60898 6kA Curva C In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 0.2	0.23 >= 5	0.10 0.10

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
TC1. Monofásicas Zona Producción y Almacén	M	EN60898 6kA Curva C In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 0.2	< 0.1 4.16	- 1.84
TC2. Trifásicas Zona Producción y Dep. calidad	T	C60N Curva B In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	4.8 0.3	< 0.1 2.17	- 0.10
TC3. Monofásicas Oficinas planta baja y Puerta Enr	M	EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 0.4	< 0.1 3.11	- 0.10
TC4. Monofásicas Oficinas planta alta	M	EN60898 6kA Curva C In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	6.0	6.0	2.4 0.3	< 0.1 >= 5	- 1.45
V1.Zona de Producción	T	C60N Curva B In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	4.8 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10

## REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las protecciones tendrán que ser reguladas para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas.

## 1.4 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

### 1.5.1 Introducción.

Según la ITC-BT 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y tal como está explicado en la memoria del presente proyecto, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos.

Con el objetivo de hacer más segura la instalación y aunque la nave industrial no sea un local especialmente húmedo, a la horade calcular la puesta a tierra se ha de tener en cuenta el valor de 24 voltios. Por tanto, la instalación estará protegida para que en caso de que cualquier masa pueda ponerse en tensión, esta no supere al valor de 24 voltios.

La resistividad del terreno según la tabla 14.3 de la ITC-BT 18, para margas y arcillas compactas está establecida entre 100 y 200 mΩ.

La corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible, que se tendrá en cuenta será de 300 mA.

Entonces, la resistencia del circuito de protección, entendiendo éste desde la conexión a masa hasta el paso de tierra, deberá cumplir la siguiente expresión:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s}$$

Dónde:

- R: Resistencia de puesta a tierra  $\Omega$ .
- $V_c$ : Tensión de contacto en V.
- $I_s$ : Sensibilidad del interruptor diferencial en A.

Por tanto:

$$R \leq \frac{V_c}{I_s} = \frac{24}{0,3} = 80 \Omega.$$

#### 1.4.2 Instalación de puesta a tierra.

Según la tabla 5 de la ITC-BT-18, la resistencia R en  $\Omega$ , de una toma de tierra realizada con un conductor enterrado horizontalmente, puede calcularse aproximadamente por medio de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Dónde:

- $\rho$  = Resistividad del terreno en ohmios x metro
- R = Resistividad en  $\Omega$ .
- L = Longitud de la zanja ocupada por el conductor, en metros. La longitud a considerar es el perímetro del edificio.

La tabla 3 de la ITC-BT-18 nos aporta unos valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Tras haberse realizado un estudio previo del terreno, según el cual éste está compuesto por una mezcla de arcillas compactas, se comprueba en dicha tabla que su resistividad está comprendida entre 100 y 200  $\Omega$  m. No obstante una medición sobre el terreno para obtener una resistividad más fiable, ha permitido obtener un valor más aproximado de 150  $\Omega$  m.

El perímetro del edificio es de 132 m, sin embargo, debido a que el conductor puede enterrarse en zig-zag, se tomará una longitud de 150 m. Por lo tanto la resistencia del anillo de tierra es:

$$R_t(\text{anillo}) = 2 \cdot \rho / L = 2 \cdot 150 / 150 = 2 \Omega.$$

Sin embargo, en la resistividad del terreno influyen muchos factores como la humedad, la temperatura, las variaciones estacionales, etc., observándose que en verano la resistividad es mayor que en invierno. Por este motivo, y a pesar de que el valor de resistencia obtenido anteriormente está dentro de lo permitido para garantizar la seguridad de las personas, se ha decidido instalar además, 5 picas de tierra, colocadas debidamente separadas como se puede comprobar en el plano correspondiente. Dichas picas se colocarán en hilera y tendrán una resistencia de paso a tierra de:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L}$$

Dónde:

- n= número de picas.
- L= longitud de una pica.

Por lo tanto la resistencia de paso a tierra será:

$$R_t(\text{picas}) = \frac{2 \cdot \rho}{n \cdot L} = \frac{2 \cdot 150}{5 \cdot 2} = 30 \Omega$$

La resistencia total de paso a tierra será:

$$R_t = 1 / (1/R_{t(\text{anillo})}) + (1/R_{t(\text{picas})}) = 1/(1/2) + (1/30) = \mathbf{1,875 \Omega}.$$

A esta red de puesta a tierra se conectarán las masas de todos los equipos eléctricos. La toma de tierra se realizará con cable desnudo trenzado de cobre electrolítico de 35 mm<sup>2</sup>, formando un anillo con las armaduras de los pilares, pilares metálicos, mallazo y piquetas. La conexión del cable de tierra a cada una de las partes metálicas de la cimentación y piquetas se realizará con bridas de conexión.

Pondremos en contacto el cuadro general con el punto de puesta a tierra, con un cable unipolar de cobre con aislamiento de XLPE y Tensión asignada de 0,6/1 kV, de sección de 35 mm<sup>2</sup>, a este cable lo llamaremos, línea principal de tierra.

## 1.5 COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.

### 1.6.1 Cálculo de la potencia reactiva a instalar.

Se ha decidido mejorar el factor de potencia hasta un valor de 0,97 para aprovechar las ventajas que conlleva tener un factor de potencia elevado. Teniendo los datos de potencia activa y factor de potencia de la nave se calcula la potencia reactiva a instalar.

Potencia activa = **277.460,2 W**. Intensidad = **467,6 A**.

$\cos \varphi = 0,85 \rightarrow \varphi = 31,07$

$Q_{\cos \varphi=0,85} = \sqrt{3} V I \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 467,6 \cdot \sin 31,07 = 167.192,30 \text{ Var (c)}$

Se quiere mejorar hasta  $\cos \varphi = 0,97$ , por lo que la potencia reactiva que tiene que tener la batería de condensadores será:  $\cos \varphi = 0,97 \rightarrow \varphi = 14,07^\circ$

$Q_{\cos \varphi=0,97} = \sqrt{3} V I \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 467,6 \cdot \sin 14,07^\circ = 78.757,67 \text{ Var}$

**QBATERIA =  $Q_{\cos 0,9} - Q_{\cos 0,97} = 167.192,30 - 78.757,67 = 88.434,63 \text{ Var (c)}$**

### 1.6.2 Cálculo de la sección del conductor que une la batería.

Para hallar la intensidad que va a circular por el cable que alimenta la batería de condensadores, se aplica la fórmula de la potencia reactiva:

$Q = \sqrt{3} V I \sin \varphi$

Donde:

- $\sin \varphi = 1$  (batería de condensadores).
- $Q$  = potencia reactiva de los conductores.
- $V$  = tensión nominal, 400 V.

Despejando, obtenemos:

$I = 88.434,63 \text{ Var} / \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1 = 127,64 \text{ A}$

Con el siguiente valor vamos a la tabla correspondiente, en este caso a la tabla 19.1 de la ITC-BT 19 y para conductores unipolares en contacto mutuo indica una sección de 120 mm<sup>2</sup>.

### 1.5.2 Cálculo de la protección de la batería de condensadores.

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores. Este valor debe ser multiplicado por un coeficiente de seguridad especificado en la ITC-BT 48 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, donde se establece que los aparatos de mando y protección deben soportar en régimen permanente de 1,5 a 1,8 veces la intensidad nominal; en este caso aplicaremos un coeficiente de 1,6; obteniendo una intensidad de:

$$I = I_n \cdot 1,6 = 127,64 \cdot 1,6 = 204,23 \text{ A}$$

La intensidad de cortocircuito será la de entrada del C.G.D.  $I_{cc} = 20317,46 \text{ A}$ . Por lo tanto el interruptor magnetotérmico queda definido:

- III+N 400 V Calibre = 250 A
- PdC = 36kA  
Curva C.

## 1.6 CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

### 1.7.1 Intensidad de alta tensión.

La intensidad primaria  $I_p$  en un transformador trifásico es el valor que circulara por el devanado primario cuando el transformador funcione a su potencia nominal y viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{U \cdot \sqrt{3}}$$

- S: Potencia del transformador, en este caso 630 kVA.
- U: Tensión compuesta primaria en kV = 13,2 kV.
- $I_p$ : Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad nominal en el lado de alta tensión es de **27,55 A**.

Este valor puede utilizarse para calcular los fusibles adecuados en el lado de Alta tensión.

## 1.7.2 Intensidad de baja tensión.

En un sistema trifásico la intensidad secundaria  $I_s$  viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

Dónde:

- S: Potencia del transformador, en este caso 630kVA.
- U: Tensión compuesta en carga del secundario en kV = 0,4 kV.
- $I_s$ : Intensidad secundaria en A.
- $W_{fe}$ : Pérdidas en el hierro. (1030 W, dato dado por el fabricante)
- $W_{cu}$ : Pérdidas en los arrollamientos. (6500 W, dato dado por el fabricante).

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad nominal en el lado de baja tensión es de **898,45 A**.

A través del valor de esta intensidad, se pueden calcular los fusibles de protección.

## 1.7.3 Cortocircuitos.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se utiliza como dato de partida el valor de la potencia de cortocircuito en el punto de la instalación, suministrado por la compañía eléctrica IBERDROLA, que en este caso es de 500 MVA, y la tensión de servicio. Para calcular la intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión se utilizan como datos la potencia del transformador, su tensión de cortocircuito y su tensión secundaria.

### 1.7.3.1 Corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión.

La corriente de cortocircuito en el lado de alta tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{cp} = \frac{S_{cc}}{U \cdot \sqrt{3}}$$

Dónde:

- Potencia de cortocircuito de la red, es este caso de 500 MVA.
- U: Tensión primaria, en este caso 13,2 kV.
- I<sub>ccp</sub>: Intensidad de cortocircuito primaria en kA

Sustituyendo valores se tiene que la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión es de **21,87 kA**, es decir, que esta será la intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de alta tensión.

### 1.7.3.2 Corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión.

Para obtener el valor de la intensidad de cortocircuito secundaria se debe saber cuál será la tensión de cortocircuito, es decir, la tensión que es preciso aplicar al primario para que estando cerradas en cortocircuito los bornes del secundario, se alcance en dicho secundario su intensidad nominal. Según la tabla de características de los transformadores que aparece en la norma UNE 20138 esta tensión, la cual se expresa de forma porcentual será del 4%. La corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión se puede calcular por medio de la siguiente expresión:

$$I_{ccs} = \frac{S}{U_s \cdot \frac{U_{cc}}{100} \cdot \sqrt{3}}$$

Dónde:

- S: Potencia del transformador, en este caso 630 KVA.
- U<sub>cc</sub>: Tensión porcentual de cortocircuito del transformador, en este caso es del 4%.
- U<sub>s</sub>: Tensión secundaria del transformador.
- I<sub>ccs</sub>: Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.
- 

Sustituyendo los datos anteriores se tiene una intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador de **22,73kA**.

Por lo tanto el poder de corte mínimo del interruptor automático general instalado en el cuadro general de distribución será mayor de **22,73 kA**.

### 1.7.4 Conexión celdas-transformador.

La intensidad nominal que ha de soportar el cable es:

$$I = \frac{S}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{630000}{13200 \cdot \sqrt{3}} = 26,94 \text{ A.}$$

Se ha decidido colocar conductores unipolares de cobre de **50 mm<sup>2</sup> de sección**, que en condiciones de instalación soporta 188 A, y provoca una caída de tensión despreciable, cumpliendo así con los criterios de calentamiento y de caída de tensión. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

#### 1.7.4.1 Conexión del secundario del transformador al cuadro de baja tensión.

La intensidad nominal que tienen que soportar los cables que unen el secundario del transformador con el cuadro de Baja Tensión del CT es:

$$I = \frac{S}{U \cdot \sqrt{3}} = \frac{630000}{400 \cdot \sqrt{3}} = 909,32 \text{ A.}$$

Con los datos calculados, en la tabla 5 del apartado 3.1.2 de la ITC-BT-07, obtenemos una derivación individual con **3 cables unipolares por fase de 240mm<sup>2</sup>** y una intensidad máxima admisible de 1203 A, que es mayor que 909,32 A. Para la elección del conductor de neutro, iremos a la tabla 1 de la ITC-BT-07 obteniendo así **3 conductores para el neutro de 120mm<sup>2</sup>**. El **diámetro del tubo será de 225 mm**, según tabla 9 de la ITC-BT-21. El aislamiento del conductor será de XLPE (Polietileno Reticulado).

### 1.7.5 Selección de las protecciones de alta y baja tensión.

Los transformadores han de estar protegidos tanto en Alta como en Baja Tensión. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a los transformadores, mientras que en Baja Tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

### Alta tensión

La protección en AT del transformador se realiza utilizando un relé de protección asociado al transformador y mediante una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (muy inferiores a los tiempos de corte de los interruptores diferenciales), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

No obstante, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrían que ser evitadas por el relé de protección del transformador.

Los cortocircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo.

De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundos es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger. En nuestro caso tenemos un transformador de 630 KVA, por tanto la intensidad del fusible en alta tensión será de **30 A**.

#### 1.7.6 Dimensionado de ventilación del centro de transformación.

El CT elegido al ser prefabricado, modelo PFU-4 ha sido homologado según los protocolos obtenidos en el laboratorio Labein (Vizcaya-España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000kVA.
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600kVA.

#### 1.7.7 Dimensiones del pozo apagafuego.

Los transformadores llevarán su circuito magnético y bobinados sumergidos en un líquido aislante, que será aceite mineral, el cual cumple dos funciones:

Aislamiento entre partes con tensión y refrigeración. Cuando se utilizan aparatos o transformadores que contienen más de 50 litros de aceite mineral, se debe disponer de un foso de recogida de aceite de capacidad adecuada, con revestimiento estanco y con dispositivo cortafuegos.

Bajo la zona destinada a la colocación del transformador se dispone el correspondiente foso de recogida de líquido dieléctrico para el caso de que se produjera un vaciamiento total. La losa sobre la que se asienta el transformador tiene la pendiente adecuada para la canalización del líquido dieléctrico hacia un colector, en el que se sitúa, sobre una rejilla metálica, un lecho de guijarros cuya función es la de evitar la propagación de incendios. La capacidad unitaria del foso de recogida de líquido dieléctrico es suficiente para recoger la totalidad del contenido de líquido dieléctrico en caso de vaciamiento total y que es **410 litros**.

### 1.7.8 Cálculo de la instalación de puesta a tierra.

Datos de partida:

- Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial = 150  $\Omega\text{m}$ .
- Tensión de Red = 13.2 kV.
- Nivel de aislamiento en las instalaciones de baja tensión del centro de transformación = 6kV.
- Intensidad de defecto máxima permitida de acuerdo con las normas dadas por la empresa suministradora de energía:  $I_d = 400 \text{ A}$

Características del centro de transformación:

- La caseta tiene 6080 mm de largo, 2380 mm de ancho y 3046 mm de alto.
- Resistividad del terreno:  $\rho = 150 \Omega\text{m}$ .
- Resistividad del hormigón:  $\rho_H = 3000 \Omega\text{m}$ .

El neutro de la red de distribución en alta tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de media tensión.

Según los datos de red proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA), el tiempo máximo de eliminación del defecto es inferior a 0.45

segundos (gráfica de duración de defecto). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto, proporcionado por la Compañía son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Dónde:

- Vca: Tensión aplicada en V.
- T: Duración de la falta de segundos.
- K y n: Constantes, en función del tiempo:

T	K	n	Vca
0,9 ≥ t > 0,1	72	1	$\frac{K}{t^n}$
3 ≥ t > 0,9	78,5	0,18	$\frac{K}{t^n}$
5 ≥ t > 3			64 V
t > 5			50 V

En este caso K = 72 y n = 1.

Por otra parte, los valores de la impedancia de puesta a tierra del neutro son características de cada red, y los proporciona la compañía suministradora:

$$R_n = 0 \Omega \text{ y } X_n = 25,4 \Omega$$

La intensidad máxima de defecto se producirá en el caso hipotético de que la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación sea nula. Dicha intensidad será, por tanto igual a:

$$I_d = \frac{U_s(\max)}{Z_n \cdot \sqrt{3}} = \frac{13200}{25,4 \cdot \sqrt{3}} = 300,04 \text{ A}$$

### 1.7.8.1 Método empleado en la instalación de puesta a tierra.

#### **A. Tierra de protección**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 70-25/8/84 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,058 \Omega/\Omega m$$

$$K_p = 0,0086 V/(\Omega m)(A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m, estas 8 picas formaran un rectángulo de dimensiones 6,5 x 4,5 m.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos (bajo tubo).

## **B. Tierra de servicio**

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/62 del método de cálculo de tierras de UNESA.
- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,073 \Omega/\Omega m$$

$$K_p = 0,00120 V/(\Omega m)(A)$$

- Descripción:

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14 mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. La separación entre cada pica y la

siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud del conductor desde la primera pica hasta la última será de 12 m, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos (bajo tubo).

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37  $\Omega$ . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación se calculara posteriormente.

### 1.7.8.2 Cálculo de la resistencia del sistema de puesta a tierra.

#### A. Tierra de protección

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro ( $R_t$ ) y tensión de defecto correspondiente ( $U_d$ ), utilizaremos las siguientes fórmula:

Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

- $R_t = K_r \times \rho$
- $R_t = 0,058 \times 150 = 8,7 \Omega$

Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R)^2 + X_n^2}}$$

$$I_d = \frac{13200}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0+8,7)^2 + 25,4^2}} = 283,85 \text{ A}$$

Tensión de defecto,  $U_d$ :

$$U_d = I_d \times R_t$$

$$U_d = 272,92 \times 8,7 = \mathbf{2374,404 \text{ V}}$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del Centro de Transformación deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada ( $U_d$ ), por lo que deberá ser como mínimo de 2500 Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

### **B. Tierra de servicio**

$$R_t = K_r \times \rho$$

$$R_t = 0,073 \times 150 = 10,95 \ \Omega$$

Una vez conectada la red de puesta a tierra de servicio al neutro de la red de Baja Tensión, el valor de esta resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37  $\Omega$ .

Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación interior protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra de servicio una tensión superior a:

$$\mathbf{37 \times 0,650 = 24 \text{ V}}$$

### 1.7.8.3 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

$$U'_p = K_p \times \rho \times I_d$$

$$U'_p = 0,0086 \times 150 \times 283,85 = 366,16 \text{ V}$$

La tensión de paso máxima admisible en el exterior del centro de transformación es la siguiente:

Dónde:

- $U_p$ : Tensiones de paso en V.
- $K = 72$ .
- $n = 1$ .
- $t$ : Duración de la falta en segundos: 0,45 s.
- $\rho$ : Resistividad del terreno.

$$U_{p adm} = \frac{10 \cdot K}{t^n \cdot (1 + 6 \cdot \frac{\rho}{1000})} = 842,10 \text{ V}$$

Vemos que efectivamente la tensión de paso en el electrodo seleccionado es inferior a la máxima admisible:

$$U_p \leq U_{p adm}$$

$$366,16 \text{ V} < 842,10 \text{ V}$$

#### 1.7.8.4 Cálculo de la tensión de paso en el acceso al centro de transformación.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \times \rho \times l_d = 0,0215 \times 150 \times 272,92 = 915,41 \text{ V}$$

La tensión de paso máxima admisible en el acceso al centro de transformación será:

Dónde:

- $U_p$ : Tensiones de paso en V.
- $K = 72$ .
- $n=1$ .
- $t$ : Duración de la falta en segundos: 0,45 s.
- $\rho_{\text{tierra}}$ : Resistividad del terreno
- $\rho_{\text{hormigón}}$ : Resistividad del hormigón = 3000  $\Omega\text{m}$ .

$$U_{p(\text{acc}) adm} = \frac{10 \cdot K}{t^n \cdot (1 + 3 \rho_{\text{tierra}} + 3 \rho_{\text{hormigón}}) / 1000} = 1692,94 \text{ V}$$

Vemos que el electrodo está bien diseñado porque cumple con los requisitos

$$U_{p acc} \leq U_{p acc adm}$$

$$915,41 \text{ V} < 1692,94 \text{ V}$$

Así se comprueba que los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas. No será necesario calcular las tensiones de paso y contacto en el interior, ya que estas serán

prácticamente cero. Esto es así por las medidas de seguridad adoptadas reflejadas anteriormente.

Se han adoptado las medidas de seguridad expuestas, por lo que no será necesario calcular la tensión de contacto exterior, ya que será prácticamente cero.

La puesta a tierra de protección y la de servicio serán separadas e independientes.

#### 1.7.8.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

El piso del centro estará constituido por un mallazo electro salado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de la protección del centro. Con esta disposición se consigue proteger a la persona que debe acceder a una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El prefabricado de hormigón está construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituya la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p(\text{contacto}) = U_p'(\text{acc}) = K_c \cdot I_d \cdot \rho = 0,0215 \cdot 283,85 \cdot 150 = \mathbf{915,41 \text{ V.}}$$

#### 1.7.8.6 Separación entre sistema de puesta a tierra de protección y sistema de puesta a tierra de servicio.

Si la tensión de defecto fuera de 1000V cabría la posibilidad de instalar un sistema de puesta a tierra único, pero como no es el caso se deberá disponer de un sistema de puesta a tierra del neutro del transformador (tierra de servicio) separado e independiente de otros sistemas de puesta a tierra de las masas (tierra de protección).

Debe evitarse que la tensión de defecto en el electrodo de puesta a tierra de protección transmita al de puesta a tierra de servicio una tensión superior a 100 V.

La distancia mínima de separación será:

$$D_{min} = \frac{\sigma \cdot Id}{2000 \cdot \pi}$$

Dónde:

$\sigma = 150 \Omega\text{m}$ .

$Id = 283,85 \text{ A}$ .

Obtenemos el valor de dicha distancia:  **$D_{min} = 6.77\text{m}$** .

#### 1.7.8.7 Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medio de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de una alfombra aislante en el suelo del Centro, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.

#### 1.7.9 Tablas de la instalación secundaria.

Cuadro aux 4										
CTC										
	P(W)	Fc	Pc (W)	FASE	V(V)	Cos $\phi$	$\phi$	S(VA)	Q(Var)	In(A)
A8. Alumbrado del CTC	69,6	1	69,6	Monofásica	230	1	0,00	69,6	0	0,30
TC5. Monofásicas del CTC	1500	1	1500	Monofásica	230	0,85	31,79	1764,7	929,66	7,67
E.6 CTC	0,018	1	0,018	Monofásica	230	1	0	0,018	0	0,00008

Cuadro aux 4	In(A)	Cos $\phi$	Tipo de cable	Aislante	Canalización	Cables/fase	Sfase(mm2)	Sneutro(mm2)	Sprotección(mm2)	L(m)	E(V)	E(%)	Diámetro tubo (mm)	V(V)
A8. Alumbrado del CTC	0,30	1	HO7Z-K	Elastómero reticulado libre de halógenos	Tubos en canalizacione s empotradas	1	1,5	1,5	1,5	11	0,09	0,04	12	230
TC5. Monofásicas del CTC	7,67	0,85	HO7Z-K	Elastómero reticulado libre de halógenos	Tubos en canalizacione s empotradas	1	2,5	2,5	2,5	3	0,31	0,13	16	230
E.6 CTC	0,0001	1	HO7Z-K	Elastómero reticulado libre de halógenos	Tubos en canalizacione s empotradas	1	1,5	1,5	1,5	8	0,00	0,00	12	230

## **CAPÍTULO 2: CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS.**

### **2.1 INTRODUCCIÓN.**

El presente proyecto cumple con las prescripciones establecidas en el RSCIEI. De forma adicional, en lo relativo a protección contra incendios, también cumplirá con el CTE DB-SI en la zona de oficinas.

Se analiza la situación contra incendios de un establecimiento industrial con respecto al R.D. 2267/2004.

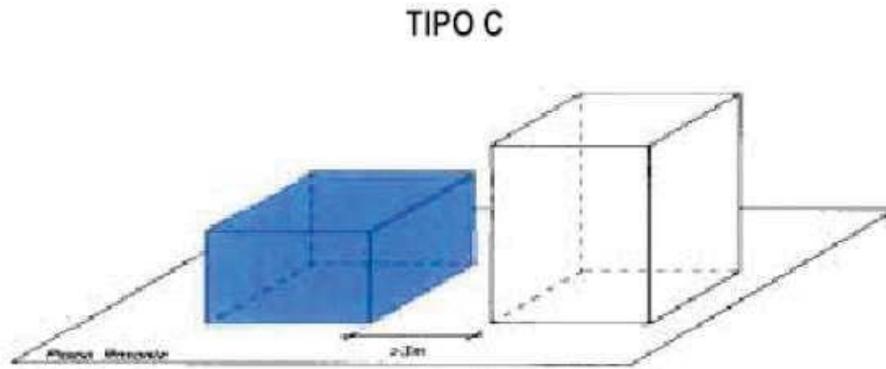
Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Las actividades de prevención del incendio tendrán como finalidad limitar la presencia del riesgo de fuego y las circunstancias que pueden desencadenar el incendio. Las actividades de respuesta al incendio tendrán como finalidad controlar o luchar contra el incendio, para extinguirlo, y minimizar los daños o pérdidas que pueda generar.

### **2.2 SOLUCIÓN ADOPTADA SEGÚN EL TIPO DE ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL.**

El proyecto que nos ocupa estaría considerado como un establecimiento industrial **TIPO C**.

Es decir el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



## 2.3 SECTOR DE INCENDIO.

Teniendo en cuenta que la nave está considerada como un establecimiento industrial del TIPO C, se entiende por sector de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Este establecimiento industrial se clasifica, según su grado de riesgo intrínseco, en cuatro sectores de incendio:

- **Sector 1** (Planta baja) (733,95m<sup>2</sup>): Zona de producción.
- **Sector 2** (Planta baja) (70,3m<sup>2</sup>): Almacén.
- **Sector 3** (Planta baja) (236,41m<sup>2</sup>): Recepción, distribuidor, vestuarios y departamento de calidad.
- **Sector 4** (Planta alta) (339,64m<sup>2</sup>): Enfermería, aseos, despacho director, despacho gerente, sala de reuniones, pasillo.

Las superficies de los cuatro sectores están especificadas en el apartado 2.4 de la Memoria del presente documento.

## 2.4 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DE CADA SECTOR.

Para poder determinar el nivel intrínseco del establecimiento industrial, debemos de calcular la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de cada sector de incendio, diferenciando entre sectores donde se realizan actividades de producción, transformación,

reparación o cualquiera distinta a almacenamiento y de sectores donde se efectuaran tareas de almacenamiento.

#### 2.4.1 Expresión utilizada para actividades de producción, transformación, reparación, o cualquier otra distinta al almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{si} C_i S_i}{A} Ra \quad (MJ/m^2) \text{ o } (Mcal/m^2)$$

- **Q<sub>s</sub>** = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- **q<sub>si</sub>** = carga de fuego (actividad de producción), aportada por cada m<sup>2</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup>.
- **C<sub>i</sub>** = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- **S<sub>i</sub>** = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) existente en el sector de incendio en m<sup>2</sup>.
- **A** = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m<sup>2</sup>.
- **Ra** = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación (Ra) el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

#### 2.4.2 Expresión utilizada para actividades de almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_i^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot s_i}{A} Ra$$

Siendo:

- **Q<sub>s</sub>, C<sub>i</sub>, Ra y A** tienen la misma significación que en el apartado anterior.
- **q<sub>vi</sub>** = carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio. [MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>].

- **hi**= altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.
- **si**= superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio. [m<sup>2</sup>].

## 2.5 DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE RIESGO DE CADA SECTOR.

A continuación se detalla el cálculo del riesgo de cada sector para determinar el nivel de los mismos de acuerdo con la siguiente tabla del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>	
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

**Tabla 2.5.1. Densidad de carga de fuego.**

ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN, TRANSFORMACIÓN, REPARACIÓN, ETC.									
SECTOR	ZONA	ACTIVIDAD	Ci	Qsi (MJ/m2)	Ra	Si (m2)	A (m2)	Qs (MJ/m2)	Qs Total
Sector 1	Zona de producción	Taller de mecanizado de precisión	1,0	200	1,0	733,95	733,95	200,00	200
Sector 3	Distribuidor	Zona de paso	1,3	100	1,5	19,3	236,41	15,92	
	Recepción	Oficinas comerciales	1,3	800	1,5	39,08	236,41	257,88	
	Vestuario hombres	Artículos de cerámica	1,3	200	1,0	50,9	236,41	55,98	
	Vestuario mujeres	Artículos de cerámica	1,3	200	1,0	50,9	236,41	55,98	
	Departamento de calidad	Oficinas comerciales	1,3	800	1,5	76,23	236,41	503,02	888,77
Sector 4	Enfermería	Consulta médica	1,0	200	1,0	33	339,64	19,43	
	Aseos	Artículos de cerámica	1,0	200	1,0	34,32	339,64	20,21	
	Despacho director	Oficinas comerciales	1,3	800	1,5	63,41	339,64	291,25	
	Despacho gerente	Oficinas comerciales	1,3	800	1,5	53,82	339,64	247,20	
	Sala de reuniones	Oficinas comerciales	1,3	800	1,5	118,34	339,64	543,55	
	Pasillo	Zona de paso	1,3	100	1,5	36,75	339,64	21,10	1142,74

ACTIVIDADES DE ALMACENAMIENTO										
SECTOR	ZONA	ACTIVIDAD	Ci	Qvi (MJ/m2)	Ra	si (m2)	hi (m)	A (m2)	Qs (MJ/m2)	Qs TOTAL
Sector 2	Almacen	Almacén de talleres	1	1200	1	70,3	4	70,3	4800	4800

- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 1** tiene un valor de **200** (MJ/m<sup>2</sup>), por lo que le clasificamos de **Bajo con valor 1** ya que se encuentra con un valor de  $Q_s \leq 425$ .
- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 2** tiene un valor de **4800** (MJ/m<sup>2</sup>), por lo que le clasificamos de **Alto con valor 6** ya que se encuentra con un valor de  $3400 < Q_s \leq 6800$ .
- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 3** tiene un valor de **888,77** (MJ/m<sup>2</sup>), por lo que le clasificamos de **Medio con valor 3** ya que se encuentra con un valor de  $850 < Q_s \leq 1275$ .
- El nivel de riesgo intrínseco del **sector 4** tiene un valor de **1142,74** (MJ/m<sup>2</sup>), por lo que le clasificamos de **Medio con valor 3** ya que se encuentra con un valor de  $850 < Q_s \leq 1275$ .

## 2.6 NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DE UN EDIFICIO O DE SECTORES

El nivel de riesgo intrínseco de un edificio o conjunto de sectores y/o áreas de incendio de un establecimiento industrial, a los efectos de aplicación de este reglamento, se evaluará calculando la siguiente expresión, que determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida  $Q_e$ , de nuestra nave industrial.

$$Q_e = \frac{\sum_i^i Q_{ei} A_{ei}}{\sum_i^i A_{ei}}$$

- **$Q_e$**  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del establecimiento industrial. [MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>].
- **$Q_{ei}$**  = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial. [MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>].
- **$A_{ei}$**  = superficie construida de cada uno de los edificios industriales, (i), que componen el establecimiento industrial. [m<sup>2</sup>].

$$Q_e = \frac{204,02 \cdot 719,48 + 867,5 \cdot 250,88 + 1142,74 \cdot 339,64 + 4800 \cdot 70,3}{719,48 + 250,88 + 339,64 + 70,3} = 817,77 \text{ MJ/m}^2$$

El nivel de riesgo intrínseco de la nave industrial o la del conjunto de sectores se cataloga este establecimiento como de **riesgo intrínseco Bajo con valor 2** ya que se encuentra entre  $425 < Q_e \leq 850$ .

## 2.7 SECTORIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.

Todo establecimiento industrial constituirá, al menos, un sector de incendio cuando adopte la configuración de tipo C. En la nave industrial que nos ocupa se ha clasificado en cuatro sectores y cumplen con la normativa vigente en superficie máxima del sector de incendio y que se puede consultar en la tabla 2.1 del anexo 2 del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

La siguiente tabla nos muestra el cumplimiento de los sectores:

Sector	Riesgo intrínseco	Categoría	Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio (m <sup>2</sup> )	Superficie del sector (m <sup>2</sup> )	Conformidad
1	BAJO	1	733,95	Sin límite	SI
2	ALTO	6	70,3	3.000	SI
3	MEDIO	3	236,41	5.000	SI
4	MEDIO	3	339,64	5.000	SI

Tabla- Riesgos intrínsecos de cada sector.

## 2.8 EVACUACIÓN.

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales se determinará su ocupación, donde la ocupación representa el número de personas que ocupa el sector de incendio de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

### 2.8.1 Nivel de ocupación.

El nivel de ocupación se obtiene mediante la fórmula siguiente y en la que se hace referente al número total de personas que constituyen la plantilla que ocupa el sector de incendios.

$$P = 1,10 \cdot p$$

$$P = 1,10 \cdot 30 = 33$$

Ocupantes < 100

Siendo:

P = Nivel de ocupación.

p = Número de  
trabajadores.

El resultado se obtiene de redondear al entero inmediatamente superior, por lo que tenemos un nivel de ocupación P = 33.

## 2.8.2 Cálculo de puertas, pasos y pasillos.

Para el cálculo de la anchura A de las puertas, pasos y pasillos será al menos igual a 200 P, siendo P el número de personas asignadas a dicho elemento de evacuación.

Dicha fórmula solo se aplicará para el cálculo del pasillo, la puerta de salida del recinto del área de oficinas y las peatonales de la zona de taller, ya que las otras salidas son utilizadas para la entrada y salida de camiones y por lo tanto las dimensiones son muy superiores a las requeridas.

Para el cálculo de la puerta de salida de recinto, el pasillo, la puerta de salida del recinto del área de oficinas y las peatonales de la zona de taller se considerará que toda la ocupación permanece en ella, ya que esto puede ocurrir al comienzo o finalización del turno de trabajo y estar todos los trabajadores concentrados en los vestuarios. Por lo tanto P = 33.

$$A = \frac{P}{200}$$

$$A = \frac{33}{200} = 0,165 \text{ m.}$$

Siendo:

A = Anchura de la puerta. P = Nivel de ocupación.

La anchura de todas las puertas, pasos y pasillos será mayor o igual a 0,165 m.

El pasillo de la nave que nos ocupa tiene una anchura de 2 m, el cual debe estar libre en todo momento de cualquier obstáculo que pueda repercutir en la libre circulación de las personas en caso de emergencia, y por tanto se descarta el riesgo de una posible situación de bloqueo.

La anchura libre en puertas previstas como salida de evacuación debe ser igual o mayor que 0,80, en la instalación será de 0.8 m. Las demás puertas serán también de 80 cm. Siendo la anchura de la hoja como máximo de 1,20 y en puertas de dos hojas serán igual o mayor a 0,60 m.

## 2.9 INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

### 2.9.1 Sistemas manuales de alarma de incendio.

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 e identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Se instalarán tanto en los sectores de incendio, como en aquellas áreas de incendio donde existan paramentos verticales (pilares o paredes) que permitan la ubicación de los pulsadores.

Se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m. Por tanto, se instalarán un total de 16 pulsadores repartidos por todos los sectores de la nave. Se describe su distribución en el documento de Planos, en los planos nº 13 y 14.

Todos ellos estarán conectados a una central de alarmas que se cita más adelante con sus características. La cantidad y ubicación de pulsadores en cada sector se desglosa en la siguiente tabla:

SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIOS		
SECTOR	ZONA	CANTIDAD
Sector 1	Zona de producción	4
Sector 2	Almacén	1
Sector 3	Distribuidor	1
	Recepción	1
	Vestuario hombres	1
	Vestuario mujeres	1
	Departamento de calidad	1
Sector 4	Enfermería	1
	Aseos	1
	Despacho director	1
	Despacho gerente	1
	Sala de reuniones	1
	Pasillo	1
		16

**Tabla 2.9.1.1 Sistemas manuales de alarma de incendios.**

## 2.9.2 Sistemas automáticos detectores de humo.

Está constituido por un conjunto de detectores que permitirán transmitir automáticamente en el momento que se detecte cualquier indicio de humo producido en el interior de las zonas a preservar.

En nuestro caso, se instalará un modelo de detector de humos iónico, con un alcance de 70 m<sup>2</sup>. Por tanto, haciendo una distribución sobre plano, se debe instalar un total de 13 detectores, teniendo en cuenta las barreras constructivas que tiene el edificio en cuestión. Se describe su distribución en el documento de los Planos, en los planos nº 13 y 14. La cantidad y ubicación de detectores de humos iónicos en cada sector se desglosa en la siguiente tabla:

SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECTORES DE HUMO		
SECTOR	ZONA	CANTIDAD
Sector 1	Zona de producción	0
Sector 2	Almacén	2
Sector 3	Distribuidor	1
	Recepción	1
	Vestuario hombres	1
	Vestuario mujeres	1
	Departamento de calidad	1
Sector 4	Enfermería	1
	Aseos	1
	Despacho director	1
	Despacho gerente	1
	Sala de reuniones	2
	Pasillo	0
		13

**Tabla 2.9.2.1. Sistemas automáticos de detectores de humo.**

### 2.9.3 Sirenas de alarma de incendio óptico-acústicas.

Sistema que permite 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.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por "emergencia parcial" o por "emergencia general" mediante sistemas de alarma acústicos que gestionara la central de incendios.

Se distribuyen estos elementos de forma que garanticemos los niveles sonoros mínimos expresados en la norma UNE 23007-14:

- El nivel sonoro de la alarma debe de ser como mínimo de 65 dB(A), o bien de 5 dB(A) por encima de cualquier sonido que previsiblemente pueda durar más de 30s.
- Este nivel mínimo debe garantizarse en todos los puntos del recinto.

- El nivel sonoro no deberá superar los 120 dB(A) en ningún punto situado a más de 1 m. del dispositivo.
- El número de sirenas deberá ser el suficiente para obtener el nivel sonoro expresado anteriormente.
- El tono empleado por las sirenas para los avisos de incendio debe ser exclusivo a tal fin.

Se han previsto un total de 11 sirenas de alarma de incendio óptico–acústicas, 9 en el interior de la nave y 2 en el exterior. Se describe su distribución en el documento de los Planos, en los planos nº 13 y 14.

La cantidad y ubicación de sirenas de alarma de incendios de cada sector, se desglosa en la siguiente tabla:

SISTEMAS DE ALARMA DE INCENDIO ÓPTICO-ACÚSTICAS			
SECTOR	ZONA	TIPO	CANTIDAD
Sector 1	Zona de producción	Interior	3
		Exterior	2
Sector 2	Almacén	Interior	1
Sector 3	Recepción	Interior	1
	Vestuario hombres	Interior	1
	Vestuario mujeres	Interior	1
Sector 4	Aseos	Interior	1
	Pasillo	Interior	1
			11

**Tabla 2.9.3.1. Sirenas de alarma de incendio óptico-acústicas.**

#### 2.9.4 Central de incendios.

Se ha optado por una central de detección convencional. La dimensión del sistema estará definida por la capacidad de zonas de detección, en este caso será suficiente una de cuatro zonas de detección, con capacidad cada una de ellas de hasta 20 dispositivos, puesto que hay cuatro zonas a controlar que corresponden a los cuatro sectores detallados en el apartado 4.4 del presente documento.

La fuente de alimentación del equipo está constituida por un módulo rectificador/cargador incorporando a la central de detección de incendios y de un juego de baterías que se alojan en el espacio que la central tiene previsto a este efecto.

En circunstancias normales el rectificador suministra la energía necesaria para garantizar el buen funcionamiento, tanto en vigilancia como en alarma, de la instalación de detección de incendios, de la de pulsadores de alarma y de la de alerta, ocupándose, simultáneamente, de mantener las baterías a plena carga.

Al originarse una alarma en una zona o sector de incendios, tendrá lugar una señalización óptica y acústica en el puesto de control centralizado, permanentemente vigilado, y se llevarán a cabo automáticamente las acciones programadas, como son la activación de las sirenas, pudiéndose realizar también de forma manual.

Para gestionar las señales de alarma recibidas de los pulsadores y las diferentes salidas de comunicación de alarma acústicas por zona se instalara 1 central de incendios que estará ubicada en la recepción de las oficinas. Se describe su ubicación en el documento de los Planos, en el plano nº 13.

### 2.9.5 Extintores de incendio.

La instalación cumplirá los siguientes requisitos:

- Se instalaran extintores de incendio portátiles en todos los sectores de la nave.
- El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla 1.1 del apéndice 1 del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- 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 3.1 o tabla 3.2 respectivamente del reglamento.
- No se permite el empleo de agentes extintores conductores de electricidad sobre fuegos que se desarrollen en presencia de aparatos, cuadros, conductores y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V. La protección de estos se realizara con extintores de dióxido de carbono.
- El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime la mayor probabilidad de incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor no supere los 15 m. La norma exige que el extintor con su extremo superior se coloque a una altura del suelo menor que 1,70 m.

Se han previsto en la nave un total de 19 extintores ABC y 8 extintores de CO<sub>2</sub>. Se describe su distribución en el documento de los Planos, en los planos nº 13 y 14.

La cantidad y ubicación de extintores ABC y CO<sub>2</sub> de cada sector de incendio se desglosa en la siguiente tabla:

EXTINTORES DE INCENDIO			
SECTOR	ZONA	TIPO	CANTIDAD
Sector 1	Zona de producción	ABC	8
		CO <sub>2</sub>	6
Sector 2	Almacén	ABC	1
Sector 3	Distribuidor	CO <sub>2</sub>	1
	Recepción	ABC	1
	Vestuario hombres	ABC	1
	Vestuario mujeres	ABC	1
	Departamento de calidad	ABC	1
		CO <sub>2</sub>	1
Sector 4	Enfermería	ABC	1
	Aseos	ABC	1
	Despacho director	ABC	1
	Despacho gerente	ABC	1
	Sala de reuniones	ABC	1
	Pasillo	ABC	1
			ABC
		CO <sub>2</sub>	8

**Tabla 2.9.5.1. Extintores de incendio.**

### 2.9.6 Sistemas de Bocas de incendio equipadas (BIE).

Según la tabla presente en el punto 9.2 del anexo 3 del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, como el riesgo intrínseco de la instalaciones es **bajo**, el tipo de BIE a instalar será de **DN 25 mm** (Diámetro Nominal), con un tiempo de autonomía de **60 minutos**.

El número de BIEs necesarias en la instalación, así como su ubicación se hará considerando que la superficie del sector de incendio en el que estén instaladas quede cubierta por una BIE, teniendo en cuenta que su radio de acción será la longitud de la manguera incrementada en 5 m.

Se han colocado las BIEs de tal forma que cubren todo el sector de incendio, los cuales están especificados en el punto 4.4 del presente documento. Cumpliendo que la separación entre éstas no es mayor que 50 m y que desde cualquier punto de cada sector de incendios hasta la manguera correspondiente no hay una distancia mayor de 25 m.

La red de tuberías debe proporcionar, durante una hora, como mínimo, una presión de dos bares en el orificio de salida de las BIEs, suponiendo el funcionamiento simultáneo más desfavorable. Esto se garantizará mediante la empresa suministradora de agua, la cual se compromete a proporcionar dicha presión cuando sea necesario.

Al tratarse de dos plantas, es decir una BIE por planta, el diámetro del ramal que lleva el abastecimiento de agua a los equipos de manguera deberá ser de 40 mm.

Se han previsto en la nave un total de 3 BIEs. Se describe su distribución en el documento de los Planos en los planos nº 13 y 14.

La cantidad de BIEs de cada sector de incendio se desglosa en la siguiente tabla:

SISTEMA DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIEs)		
SECTOR	ZONA	CANTIDAD
Sector 1	Zona de producción	2
Sector 4	Pasillo	1
		3

**Tabla 2.9.6.1. Sistemas de bocas de incendio equipadas (BIEs).**

## CAPÍTULO 3: CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.

### 3.1 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN.

La eliminación de humos y gases de la combustión de los espacios ocupados por sectores de incendio en establecimientos industriales, debe realizarse de acuerdo con la topología del edificio.

Como la nave industrial está catalogada como de **riesgo Bajo con valor 2**, calculado en el apartado 2.6 del presente documento, no debe tener ventilación forzada obligatoriamente. Sin embargo la nave dispone de ventilación forzada ya que por su actividad esta lo requiere.

Para una mayor información sobre la ventilación de la nave puede consultarse el apartado 5.2 de la Memoria del presente proyecto.

### 3.2 VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.

La ventilación general tiene como objeto el mantenimiento de la pureza y de unas condiciones en el aire de un local determinado, es decir, mantener la temperatura, velocidad del aire y un nivel de contaminantes dentro de los límites admisibles para preservar la salud de los trabajadores.

El aire viciado se extrae del local mientras se introduce aire exterior para reemplazarlo. Se llama ventilación general mecánica cuando las renovaciones de aire se llevan a cabo mediante ventiladores o extractores.

El contaminante puede propagarse por todo el recinto siendo la misión del aire exterior la de diluir las impurezas hasta la concentración máxima admisible.

#### 3.2.1 Caudal de extracción.

El caudal de extracción se debe calcular en función de las renovaciones por hora. Estas renovaciones dependen a la naturaleza o destino de los locales.

A modo de ejemplo se muestra la siguiente tabla:

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES DE AIRE POR HORA
Taller de pintura	30-60
Taller de mecanizado	6-10
Fundiciones	6-10
Hospitales	6-8
Laboratorios	6-12
Sala de calderas	20-30

**Tabla 3.2.1.1. Renovaciones por hora de cada local.**

Es recomendable partir de seis renovaciones de aire por hora como mínimo para calcular el caudal de extracción, ya que éstas aseguran la eliminación de las poluciones provocadas por las personas.

El recinto a ventilar ocupa una superficie de  $733,95 \text{ m}^2$  con una altura media de 7 metros a lo largo de ella.

Por lo tanto el volumen de aire a renovar será de:

$$V = A \cdot h$$

Siendo:

V = volumen de aire del local. [ $\text{m}^3$ ].

A = área del local. [ $\text{m}^2$ ].

h = altura del local. [m].

$$\text{Volumen} = 733,95 \cdot 7 = 5137,65 \text{ m}^3$$

Para garantizar una buena calidad del aire respirable en la nave se renovara 8 veces el volumen total cada hora y hemos aplicado también un factor de corrección al cálculo de 1.3 para tener en cuenta a la hora de dimensionar las pérdidas producidas por rozamientos u otros motivos.

Por tanto el caudal de aire por hora será de:

$$Q_h = Q \cdot n \cdot f_c$$

Siendo:

$Q_h$  = Caudal de aire por hora. [ $m^3/h$ ].

$n$  = renovaciones de aire por hora. [ren/h].

$f_c$  = factor de corrección.

$$Q_h = 5137,65 \cdot 8 \cdot 1.3 = 53431,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se ventilarán  $53431,56 \text{ m}^3/h$ , esto incluye tanto un sistema de impulsión, que será el encargado de introducir ese caudal de aire limpio a la nave, y otro de expulsión, que se encargara de sacar al exterior el aire contaminado causado por la actividad industrial.

### 3.2.2 Sistemas de ventilación empleados.

#### 3.2.2.1 Impulsión.

Para el sistema de impulsión se ha optado por distribuir ventiladores axiales murales con hélice de aluminio.

Las entradas de aire se colocarán en los muros de bloques de hormigón a lo largo de toda la pared noreste de la nave de la zona de producción.

Estas entradas de aire se dispondrán a la altura de 6m y serán las encargadas de introducir todo el aire necesario para desplazar cualquier tipo de humo propio de contaminación ambiental del interior.

$$N_v = \frac{Q_h}{Q_{\max}}$$

Siendo:

$N_v$  = nº de ventiladores a instalar.

$Q_h$  = Caudal de aire por hora. [ $m^3/h$ ].

$Q_{max}$  = Caudal máximo de un ventilador. [ $m^3/h$ ].

$$N_v = \frac{53431,56}{36400} = 1,46 \approx 2$$

De acuerdo con el número obtenido de 1,46 ventiladores, se opta por poner una cantidad de 2 ventiladores colocados en paralelo por toda la pared de impulsión.

### 3.2.2.2 Extracción.

Para el sistema de extracción se ha optado por distribuir ventiladores axiales murales con hélice de aluminio.

Las salidas de aire se colocarán en los muros de bloques de hormigón a lo largo de toda la pared suroeste de la nave de la zona de producción.

Estas salidas de aire se dispondrán a la altura de 6m y serán las encargadas de sacar cualquier tipo de humo propio de contaminación ambiental del interior.

$$N_v = \frac{Q_h}{Q_{max}}$$

Siendo:

$N_v$  = nº de ventiladores a instalar.

$Q_h$  = Caudal de aire por hora. [ $m^3/h$ ].

$Q_{max}$  = Caudal máximo de un ventilador. [ $m^3/h$ ].

$$N_v = \frac{53431,56}{36400} = 1,46 \approx 2$$

De acuerdo con el número obtenido de 1,46 ventiladores, se opta por poner una cantidad de 2 ventiladores colocados en paralelo por toda la pared de extracción.

### 3.3 SOLUCIÓN ADOPTADA PARA LA VENTILACIÓN DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN.

Para el sistema de impulsión y extracción de la nave se ha escogido el mismo ventilador axial mural con hélices de aluminio de Ø1000mm.

Por la pared noreste se colocarán los ventiladores de impulsión y en la pared suroeste se colocarán los ventiladores de extracción.

En su interior se tendrá que tener en cuenta la repartición de las tres fases, ya que según su reparto girará en sentido contrario al querido. Pero si sucede esta pequeña incidencia, solo bastará con cambiar dos de las tres fases de lugar, buscando el funcionamiento adecuado.

El ventilador axial mural escogido del Tipo **HCBT/6-1000/H-X (1,5kW)**, con un caudal máximo de **36.400 m<sup>3</sup>/h**.

La distribución y ubicación de los ventiladores axiales murales esta descrita en el documento de los Planos, en el plano nº 15.

## **DOCUMENTO N°3: ANEXOS.**

## **ANEXO 1. Cálculos en Dialux de la iluminación interior y exterior de la nave.**

Con el presente estudio de iluminación se ha pretendido seleccionar las luminarias adecuadas para cada estancia de forma que se cumplan los mínimos exigidos en cuanto alumbrado, además de su correcta ubicación y el procesado en 3D de colores falsos.

El estudio de iluminación del alumbrado se ha realizado mediante el programa informático DIALUX, que permite elegir entre una gran cantidad de luminarias, prácticamente de todas las marcas comerciales e introducirlas en los locales o estancias del proyecto. A partir de estos datos se obtienen los resultados que han sido comparados con la norma UNE-EN15193.

A continuación se muestran los resultados obtenidos.

### **ÍNDICE**

1. Lista de luminarias utilizadas.
2. Zona de producción.
  - 2.1 Lista de luminarias.
  - 2.2 Luminarias (ubicación).
  - 2.3 Resultados luminotécnicos zona de producción.
  - 2.4 Resultados luminotécnicos superficie de cálculo 1.
  - 2.5 Resultados luminotécnicos superficie de cálculo 2.
  - 2.6 Resultados luminotécnicos superficie de cálculo 3.
  - 2.7 Rendering (procesado) en 3D.
  - 2.8 Rendering (procesado) de colores falsos.
3. Planta Baja.
  - 3.1 Recepción.
    - 3.1.1 Lista de luminarias.
    - 3.1.2 Luminarias (ubicación).
    - 3.1.3 Resultados luminotécnicos.
    - 3.1.4 Rendering (procesado) en 3D.
    - 3.1.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
  - 3.2 Vestuario hombres.
    - 3.2.1 Lista de luminarias.
    - 3.2.2 Luminarias (ubicación).
    - 3.2.3 Resultados luminotécnicos.
    - 3.2.4 Rendering (procesado) en 3D.
    - 3.2.5 Rendering (procesado) de colores falsos.

- 3.3 Vestuario mujeres.
  - 3.3.1 Lista de luminarias.
  - 3.3.2 Luminarias (ubicación).
  - 3.3.3 Resultados luminotécnicos.
  - 3.3.4 Rendering (procesado) en 3D.
  - 3.3.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
- 3.4 Departamento de calidad.
  - 3.4.1 Lista de luminarias.
  - 3.4.2 Luminarias (ubicación).
  - 3.4.3 Resultados luminotécnicos.
  - 3.4.4 Rendering (procesado) en 3D.
  - 3.4.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
- 3.5 Almacén.
  - 3.5.1 Lista de luminarias.
  - 3.5.2 Luminarias (ubicación).
  - 3.5.3 Resultados luminotécnicos.
  - 3.5.4 Rendering (procesado) en 3D.
  - 3.5.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
- 4. Planta Alta.
  - 4.1 Sala de enfermería.
    - 4.1.1 Lista de luminarias.
    - 4.1.2 Luminarias (ubicación).
    - 4.1.3 Resultados luminotécnicos.
    - 4.1.4 Rendering (procesado) en 3D.
    - 4.1.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
  - 4.2 Aseos.
    - 4.2.1 Lista de luminarias.
    - 4.2.2 Luminarias (ubicación).
    - 4.2.3 Resultados luminotécnicos.
    - 4.2.4 Rendering (procesado) en 3D.
    - 4.2.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
  - 4.3 Despacho director.
    - 4.3.1 Lista de luminarias.
    - 4.3.2 Luminarias (ubicación).
    - 4.3.3 Resultados luminotécnicos.
    - 4.3.4 Rendering (procesado) en 3D.
    - 4.3.5 Rendering (procesado) de colores falsos.

- 4.4 Despacho Gerente.
  - 4.4.1 Lista de luminarias.
  - 4.4.2 Luminarias (ubicación).
  - 4.4.3 Resultados luminotécnicos.
  - 4.4.4 Rendering (procesado) en 3D.
  - 4.4.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
- 4.5 Sala de reuniones.
  - 4.5.1 Lista de luminarias.
  - 4.5.2 Luminarias (ubicación).
  - 4.5.3 Resultados luminotécnicos.
  - 4.5.4 Rendering (procesado) en 3D.
  - 4.5.5 Rendering (procesado) de colores falsos.
- 5. Exterior de la nave.
  - 5.1 Lista de luminarias.
  - 5.2 Luminarias (ubicación).
  - 5.3 Resultados luminotécnicos superficie de cálculo frontal.
  - 5.4 Resultados luminotécnicos superficie de cálculo trasera y lateral.
  - 5.5 Rendering (procesado) en 3D.
  - 5.6 Rendering (procesado) de colores falsos.
- 6. Centro de transformación.
  - 6.1 Lista de luminarias.
  - 6.2 Luminarias (ubicación).
  - 6.3 Resultados luminotécnicos.
  - 6.4 Rendering (procesado) en 3D.
  - 6.5 Rendering (procesado) de colores falsos.

# 1. Lista de luminarias utilizadas.

## 95 Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm

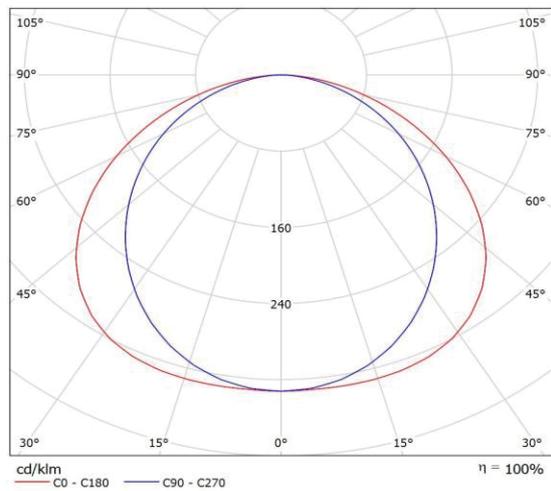
Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm

Potencia de las luminarias: 41.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 46 78 95 100 100

Lámpara: 1 x LED34S/840 (Factor de corrección 1.000).



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 46 78 95 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	18.1	19.4	18.3	19.6	19.9	16.4	17.8	16.7	18.0	18.2
	3H	19.7	20.9	20.0	21.2	21.5	17.9	19.1	18.2	19.3	19.6
	4H	20.4	21.5	20.7	21.8	22.1	18.4	19.6	18.8	19.9	20.2
	6H	20.9	21.9	21.2	22.2	22.5	18.9	19.9	19.2	20.2	20.5
	8H	21.0	22.0	21.4	22.4	22.7	19.0	20.0	19.4	20.3	20.7
12H	21.1	22.1	21.5	22.4	22.8	19.1	20.1	19.5	20.4	20.7	
4H	2H	18.6	19.7	18.9	20.0	20.3	17.3	18.5	17.7	18.7	19.0
	3H	20.4	21.4	20.8	21.7	22.1	18.9	19.9	19.3	20.2	20.5
	4H	21.2	22.1	21.6	22.4	22.8	19.6	20.5	20.0	20.8	21.2
	6H	21.9	22.6	22.3	23.0	23.4	20.1	20.9	20.5	21.2	21.6
	8H	22.1	22.8	22.5	23.2	23.6	20.3	21.0	20.7	21.4	21.8
12H	22.2	22.9	22.7	23.3	23.7	20.4	21.1	20.9	21.5	21.9	
8H	4H	21.4	22.1	21.9	22.5	22.9	20.0	20.7	20.4	21.1	21.5
	6H	22.2	22.8	22.7	23.2	23.7	20.7	21.2	21.1	21.7	22.1
	8H	22.5	23.0	23.0	23.5	24.0	20.9	21.4	21.4	21.9	22.3
	12H	22.8	23.2	23.3	23.7	24.2	21.1	21.5	21.6	22.0	22.5
12H	4H	21.4	22.1	21.9	22.5	22.9	20.0	20.7	20.5	21.1	21.5
	6H	22.3	22.8	22.7	23.2	23.7	20.8	21.3	21.2	21.7	22.2
	8H	22.6	23.0	23.1	23.5	24.0	21.1	21.5	21.5	22.0	22.5
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.3 / -0.4				
S = 2.0H		+0.4 / -0.6					+0.4 / -0.8				
Tabla estándar		BK06					BK06				
Sumando de corrección		5.4					3.8				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3400lm Flujo luminoso total											

**12 Piezas Tipo WT460C L1600 1xLED64S/840 WB**

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 6400 lm

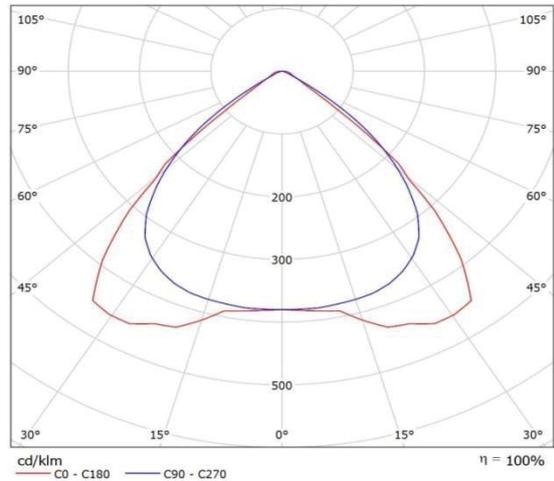
Flujo luminoso (Lámparas): 6400 lm

Potencia de las luminarias: 51.5 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 63 96 99 100 100

Lámpara: 1 x LED64S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 63 96 99 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.4	20.5	19.7	20.7	20.9	19.7	20.8	20.0	21.0	21.2
	3H	19.3	20.2	19.6	20.5	20.7	19.6	20.6	19.9	20.8	21.1
	4H	19.2	20.1	19.6	20.4	20.7	19.5	20.4	19.9	20.7	21.0
	6H	19.2	20.0	19.5	20.3	20.6	19.5	20.3	19.8	20.6	20.9
	8H	19.2	20.0	19.5	20.3	20.6	19.4	20.2	19.8	20.5	20.8
	12H	19.1	19.9	19.5	20.2	20.5	19.4	20.1	19.8	20.5	20.8
4H	2H	19.4	20.3	19.8	20.6	20.9	19.7	20.6	20.0	20.9	21.2
	3H	19.4	20.1	19.7	20.4	20.8	19.6	20.4	20.0	20.7	21.0
	4H	19.3	20.0	19.7	20.3	20.7	19.6	20.2	20.0	20.6	20.9
	6H	19.3	19.9	19.7	20.2	20.6	19.5	20.1	19.9	20.4	20.8
	8H	19.3	19.8	19.7	20.2	20.6	19.5	20.0	19.9	20.4	20.8
	12H	19.3	19.7	19.7	20.1	20.6	19.4	19.9	19.9	20.3	20.7
8H	4H	19.2	19.8	19.7	20.1	20.6	19.5	20.0	19.9	20.4	20.8
	6H	19.2	19.6	19.7	20.1	20.5	19.4	19.8	19.9	20.3	20.7
	8H	19.2	19.6	19.7	20.0	20.5	19.4	19.8	19.9	20.2	20.7
	12H	19.2	19.5	19.7	20.0	20.5	19.3	19.7	19.8	20.1	20.6
12H	4H	19.2	19.7	19.7	20.1	20.5	19.4	19.9	19.9	20.3	20.7
	6H	19.2	19.6	19.7	20.0	20.5	19.4	19.8	19.9	20.2	20.7
	8H	19.2	19.5	19.7	20.0	20.5	19.4	19.7	19.8	20.1	20.6
	12H	19.2	19.5	19.7	20.0	20.5	19.4	19.7	19.8	20.1	20.6
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.0 / -5.0					+1.3 / -2.1					
S = 1.5H	+3.5 / -8.0					+3.1 / -8.9					
S = 2.0H	+4.5 / -8.8					+3.7 / -10.5					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	1.1					1.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 6400lm Flujo luminoso total											

**18 Piezas Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED- E C**

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 1200 lm

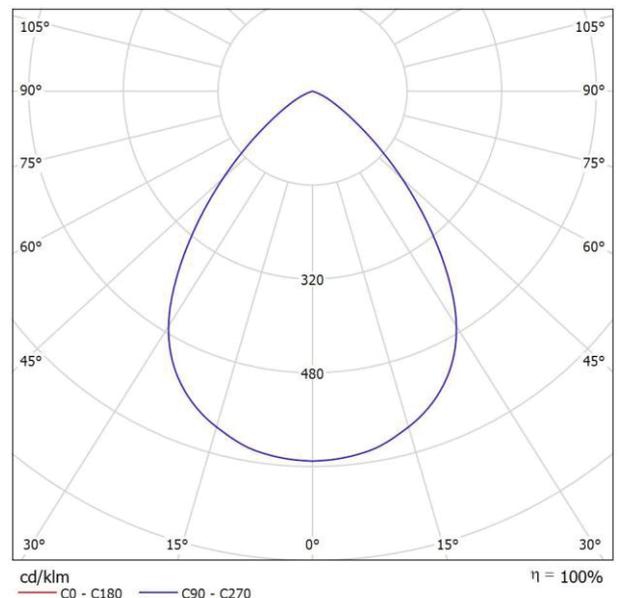
Flujo luminoso (Lámparas): 1200 lm

Potencia de las luminarias: 11.6 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 76 97 100 100 100

Lámpara: 1 x LED12S/827/- (Factor de corrección 1.000).



Clasificación luminarias según CIE: 100

Emisión de luz 1:

Código CIE Flux: 76 97

100 100 100

Valoración de deslumbramiento según UGR																																																																																																																																															
ρ Techo		70	70	50	50	30	ρ Paredes		50	30	50	30	30	ρ Suelo		20	20	20	20	20																																																																																																																											
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara																																																																																																																																								
2H	2H	18.8	19.7	19.0	19.9	20.1	18.8	19.7	19.0	19.9	20.1	4H	2H	18.7	19.5	19.1	19.8	20.0	18.7	19.5	19.1	19.8	20.0	8H	4H	18.7	19.3	19.1	19.7	20.0	18.7	19.3	19.1	19.7	20.0	12H	4H	18.6	19.2	19.0	19.5	19.9	18.6	19.2	19.0	19.5	19.9	12H	6H	18.6	19.0	19.0	19.4	19.8	18.6	19.0	19.0	19.4	19.8	12H	8H	18.5	19.0	18.9	19.3	19.7	18.5	19.0	18.9	19.3	19.7	12H	12H	18.5	19.2	18.9	19.5	19.8	18.5	19.2	18.9	19.5	19.8	12H	6H	18.5	18.9	18.9	19.3	19.7	18.5	18.9	18.9	19.3	19.7	12H	8H	18.5	19.0	19.0	19.3	19.7	18.5	19.0	19.0	19.3	19.7	12H	12H	18.4	18.8	18.9	19.2	19.7	18.4	18.8	18.9	19.2	19.7	12H	8H	18.4	18.7	18.9	19.1	19.6	18.4	18.7	18.9	19.1	19.6	12H	12H	18.4	18.6	18.8	19.1	19.6	18.4	18.6	18.8	19.1	19.6
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias																																																																																																																																														
	S = 1,0H		+1.2 / -2.9					+1.2 / -2.9																																																																																																																																							
	S = 1,5H		+2.8 / -5.7					+2.8 / -5.7																																																																																																																																							
	S = 2,0H		+4.6 / -9.8					+4.6 / -9.8																																																																																																																																							
Tabla estándar		BK00					BK00																																																																																																																																								
Sumando de corrección		0.3					0.3																																																																																																																																								
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm Flujo luminoso total																																																																																																																																															

**16 Piezas Tipo BY121P G2 1xLED205S/840 WB**

Nº de artículo:

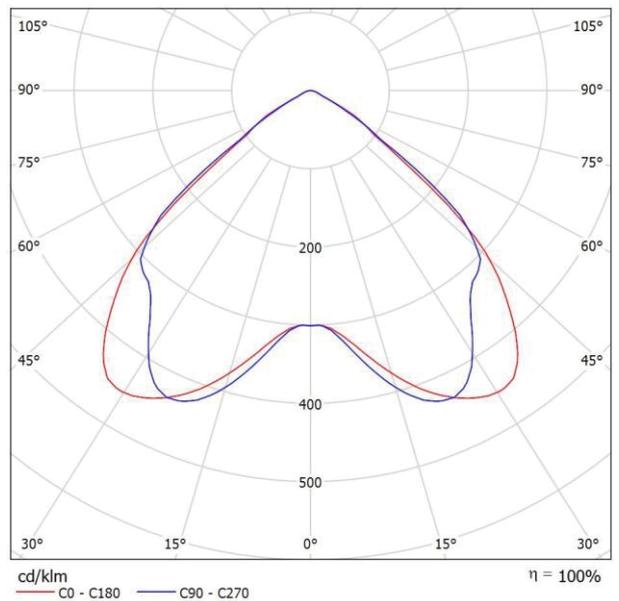
Flujo luminoso (Luminaria): 20500 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 20500 lm

Potencia de las luminarias: 198.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 63 95 100 100 100 Lámpara: 1 x LED205S/840/- (Factor de corrección 1.000).



Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 63 95 100 100 100

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
X	Y										
2H	2H	28.0	29.1	28.3	29.3	29.5	27.8	28.9	28.1	29.1	29.3
	3H	28.0	28.9	28.3	29.2	29.4	27.8	28.7	28.1	29.0	29.2
	4H	27.9	28.8	28.2	29.1	29.4	27.7	28.6	28.0	28.9	29.1
	6H	27.9	28.7	28.2	29.0	29.3	27.6	28.5	28.0	28.8	29.1
	8H	27.8	28.6	28.2	28.9	29.2	27.6	28.4	28.0	28.7	29.0
12H	27.8	28.5	28.2	28.9	29.2	27.6	28.3	28.0	28.6	29.0	
4H	2H	28.0	28.9	28.4	29.2	29.5	27.8	28.7	28.2	29.0	29.3
	3H	28.0	28.8	28.4	29.1	29.4	27.8	28.6	28.2	28.9	29.2
	4H	28.0	28.6	28.4	29.0	29.3	27.8	28.5	28.2	28.8	29.1
	6H	27.9	28.5	28.4	28.9	29.3	27.8	28.3	28.2	28.7	29.1
	8H	27.9	28.4	28.3	28.8	29.2	27.7	28.2	28.2	28.6	29.0
12H	27.9	28.3	28.3	28.8	29.2	27.7	28.2	28.2	28.6	29.0	
8H	4H	27.9	28.4	28.3	28.8	29.2	27.7	28.2	28.1	28.6	29.0
	6H	27.9	28.3	28.3	28.7	29.2	27.7	28.1	28.1	28.5	29.0
	8H	27.8	28.2	28.3	28.6	29.1	27.7	28.0	28.1	28.5	28.9
	12H	27.8	28.1	28.3	28.6	29.1	27.6	27.9	28.1	28.4	28.9
12H	4H	27.9	28.3	28.3	28.7	29.2	27.7	28.1	28.1	28.6	29.0
	6H	27.8	28.2	28.3	28.6	29.1	27.6	28.0	28.1	28.5	28.9
	8H	27.8	28.1	28.3	28.6	29.1	27.6	27.9	28.1	28.4	28.9
	8H	27.8	28.1	28.3	28.6	29.1	27.6	27.9	28.1	28.4	28.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+1.4 / -2.9					+1.2 / -2.2					
S = 1.5H	+2.6 / -5.4					+2.4 / -5.6					
S = 2.0H	+4.4 / -9.3					+4.2 / -8.9					
Tabla estándar	BK00					BK01					
Sumando de corrección	9.7					10.0					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 20500lm Flujo luminoso total											

**10 Piezas Tipo BVP650 G2 29K 1xECO/740 S**

N° de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 25810 lm

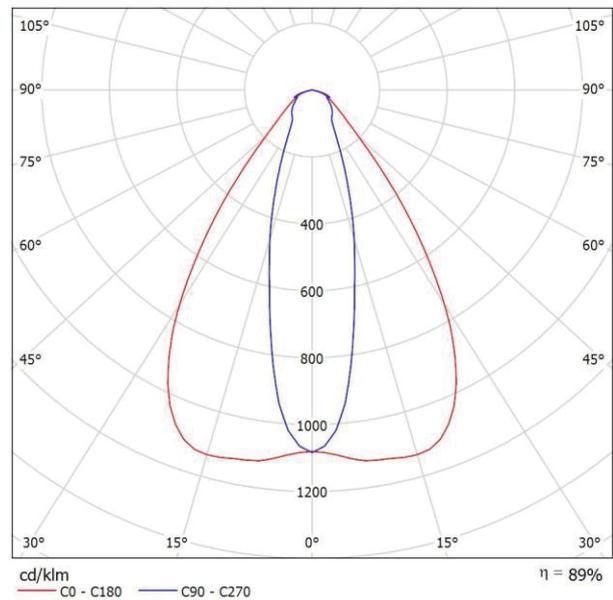
Flujo luminoso (Lámparas): 29000 lm

Potencia de las luminarias: 233.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 76 92 99 100 89

Lámpara: 1 x ECO/740 (Factor de corrección 1.000).



Emisión de luz

Clasificación luminarias según CIE: 100

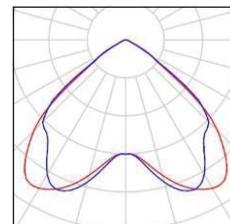
Código CIE Flux: 76 92 99 100 89

- Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

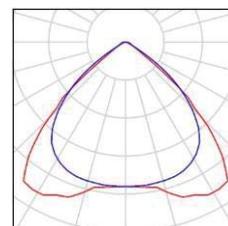
## 2. Zona de producción

- **Lista de luminarias**

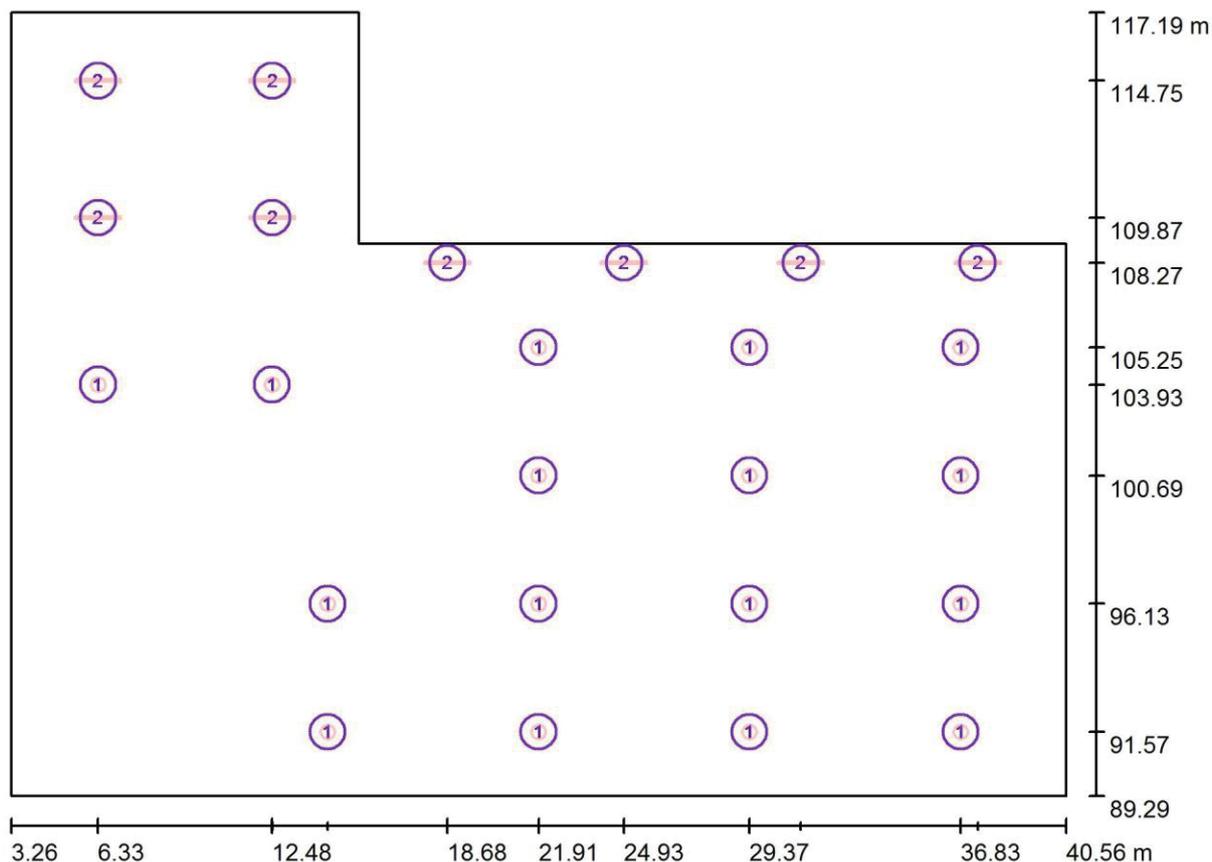
16 Piezas Tipo BY121P G2 1xLED205S/840 WB



8 Piezas Tipo WT460C L1600 1xLED64S/840 WB



- **Ubicación:**

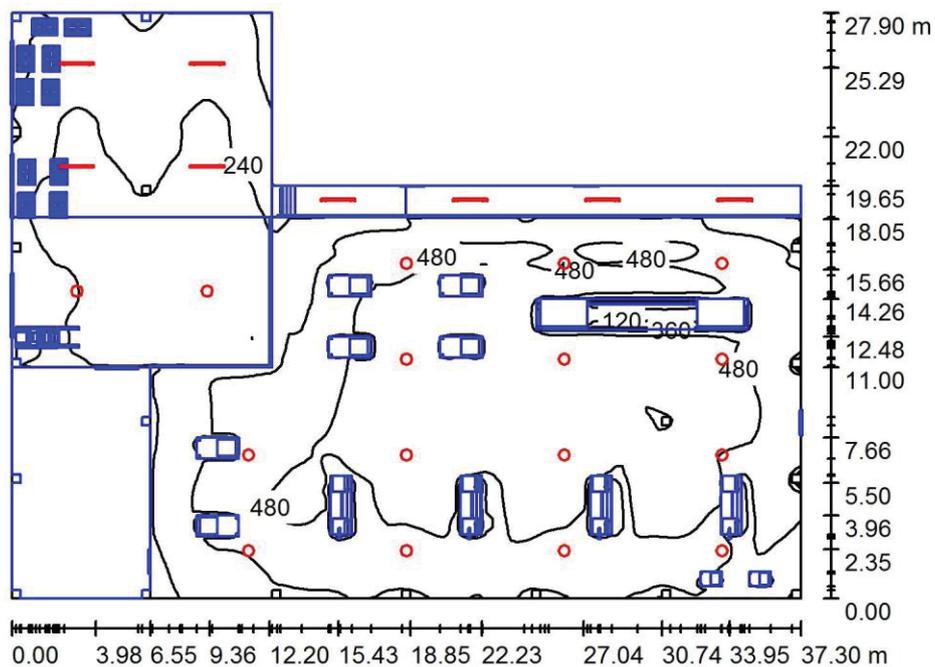


Escala 1: 267

## Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	16	BY121P G2 1xLED205S/840 WB
2	8	WT460C L1600 1xLED64S/840 WB

- Resultados luminotécnicos zona de producción



Altura del local: 9.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:359

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	388	47	600	0.122
Suelo	54	251	0.44	588	0.002
Techos (2)	70	118	7.44	202	/

Paredes (14)                      54                      111                      4.21                      1071                      /

**Plano útil:**

Altura:                      0.850 m

Trama:                      128 x 128 Puntos

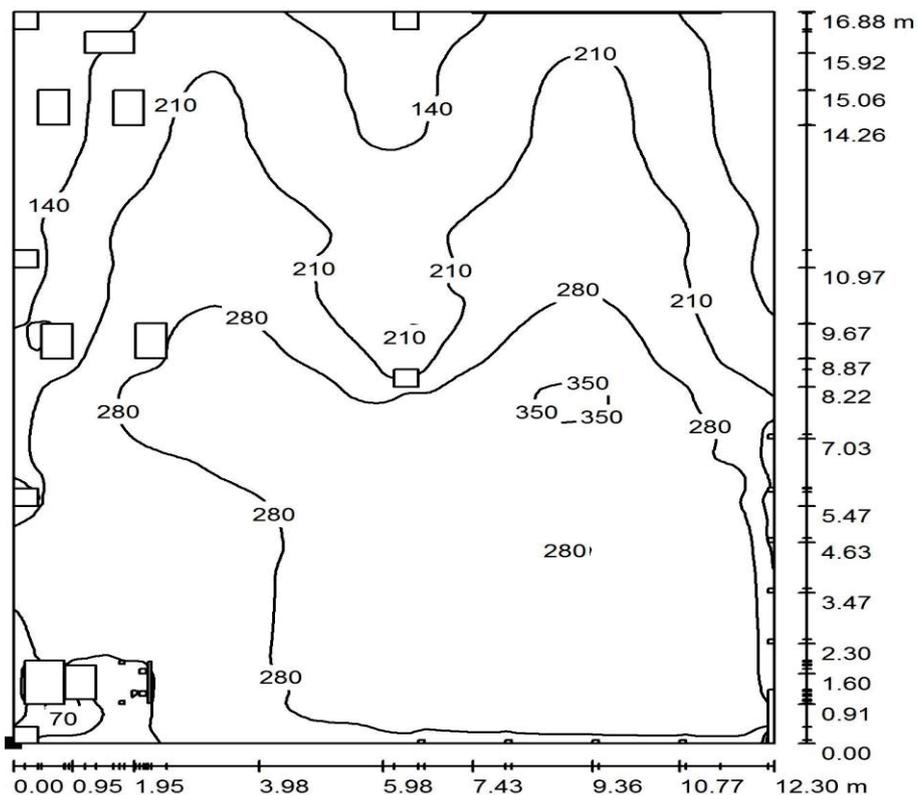
Zona marginal:                      0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

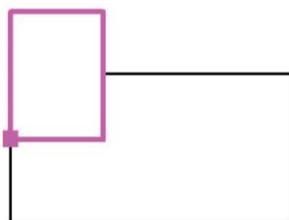
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
		BY121P G2 1xLED205S/840 WB			
1	16	(1.000)	20500	20500	198.0
		WT460C L1600 1xLED64S/840			
2	8	WB (1.000)	6400	6400	51.5
			<b>Total: 379200</b>	<b>Total: 379200</b>	<b>3580.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $4.29 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $834.44 \text{ m}^2$ )

- **Resultados luminotécnicos superficie de cálculo 1**



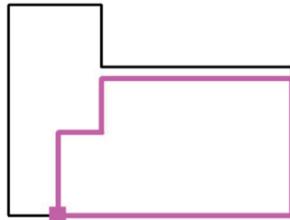
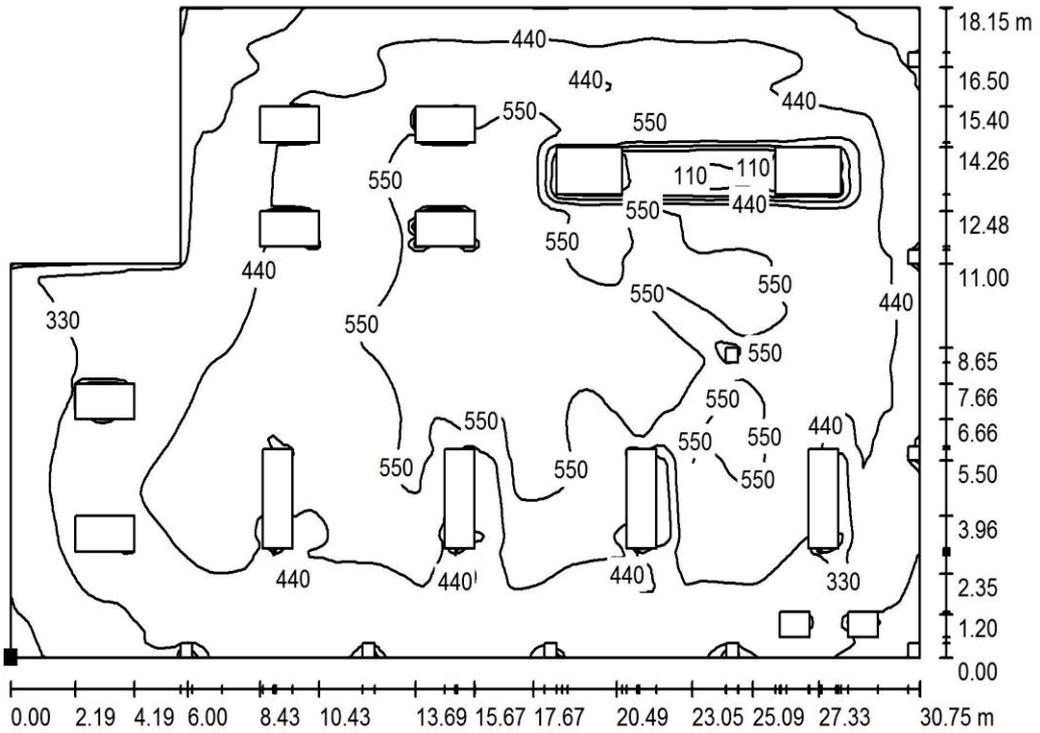
Valores en Lux, Escala 1: 132 Situación de la superficie en el local:



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
242	57	357	0.237	0.160

- **Resultados luminotécnicos superficie de cálculo 2**

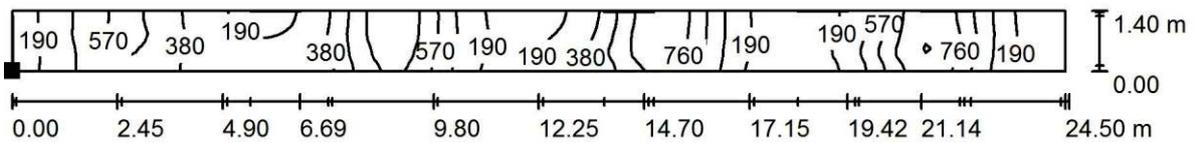


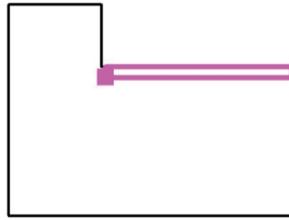
Valores en Lux,

Escala 1: 220 Situación de la superficie en el local:  
Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
462	87	597	0.188	0.145

• **Resultados luminotécnicos superficie de cálculo 3**



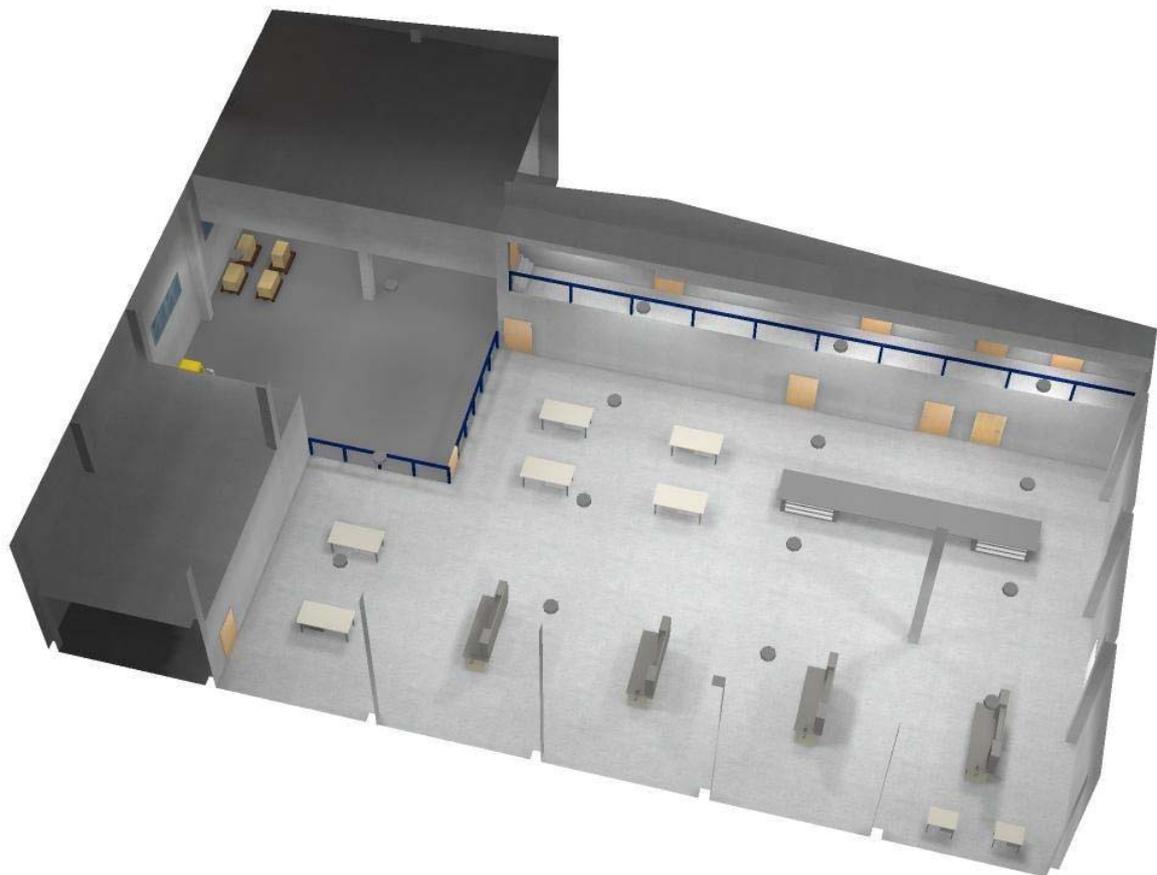


Escala 1 : 176 Situación de la superficie en el local:

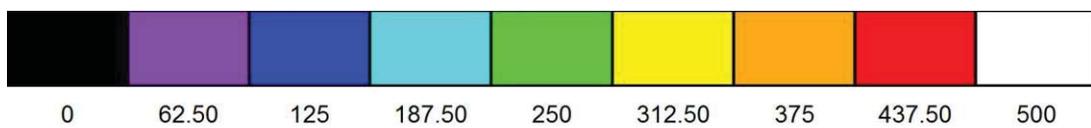
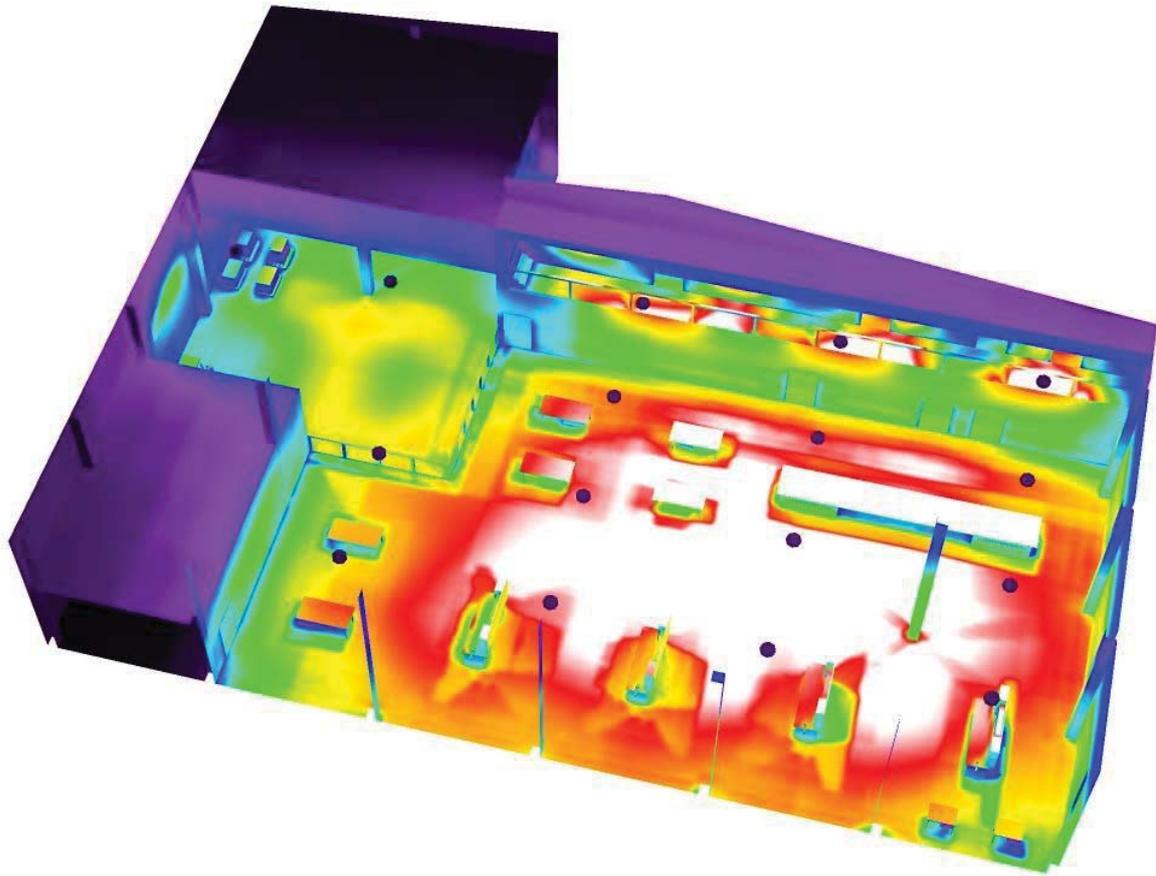
Valores en Lux,

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
415	63	984	0.151	0.064

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

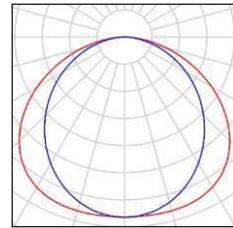


lx

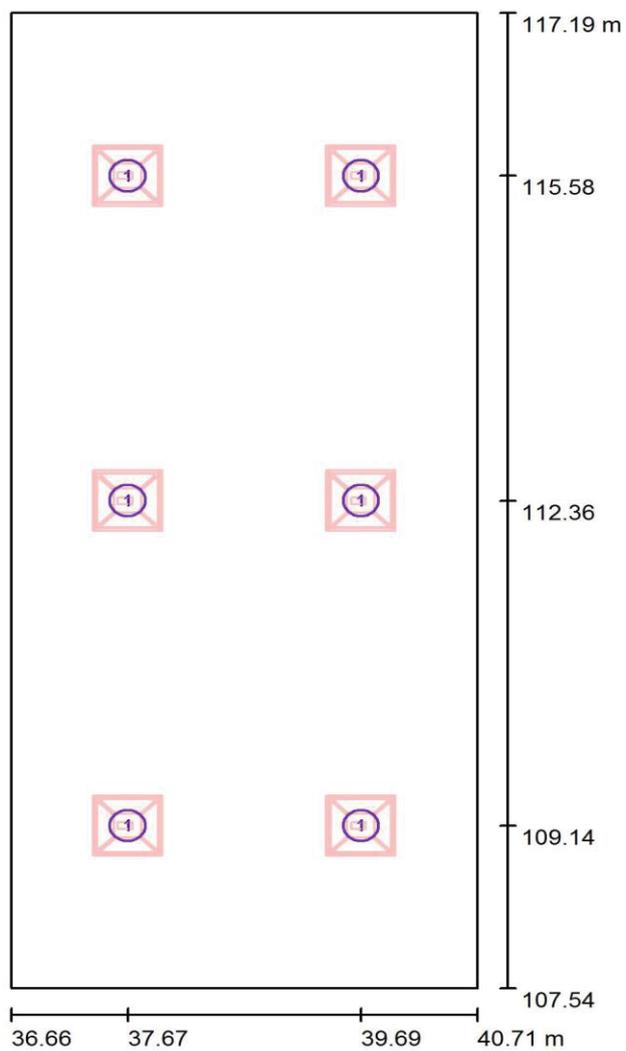
### 3.1 Recepción

- **Lista de luminarias**

6 Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/8



- **Ubicación:**

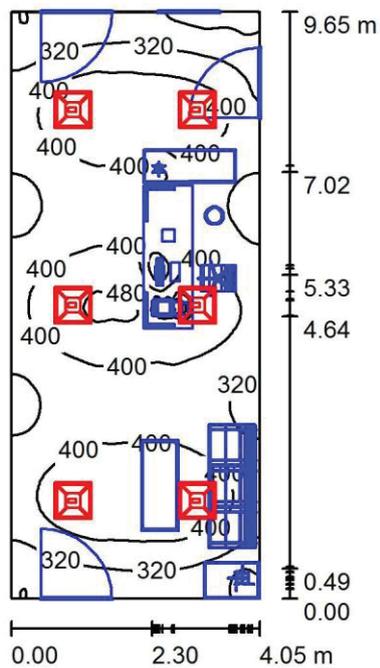


Escala 1: 66

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	6	RC125B W60L60 1xLED34S/840

- Resultados luminotécnicos



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.846 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:124

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$
Plano útil	/	372	132	493	0.355
Suelo	39	260	19	376	0.072
Techo	70	143	107	171	0.747

Paredes (4)                      67                      230                      15                      467                      /

**Plano útil:**

Altura:                      0.850 m

Trama:                      128 x 128 Puntos

Zona marginal:              0.000 m

**Lista de piezas – Luminarias**

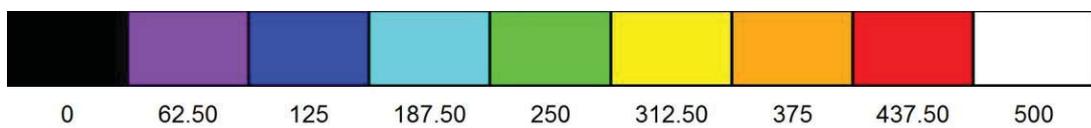
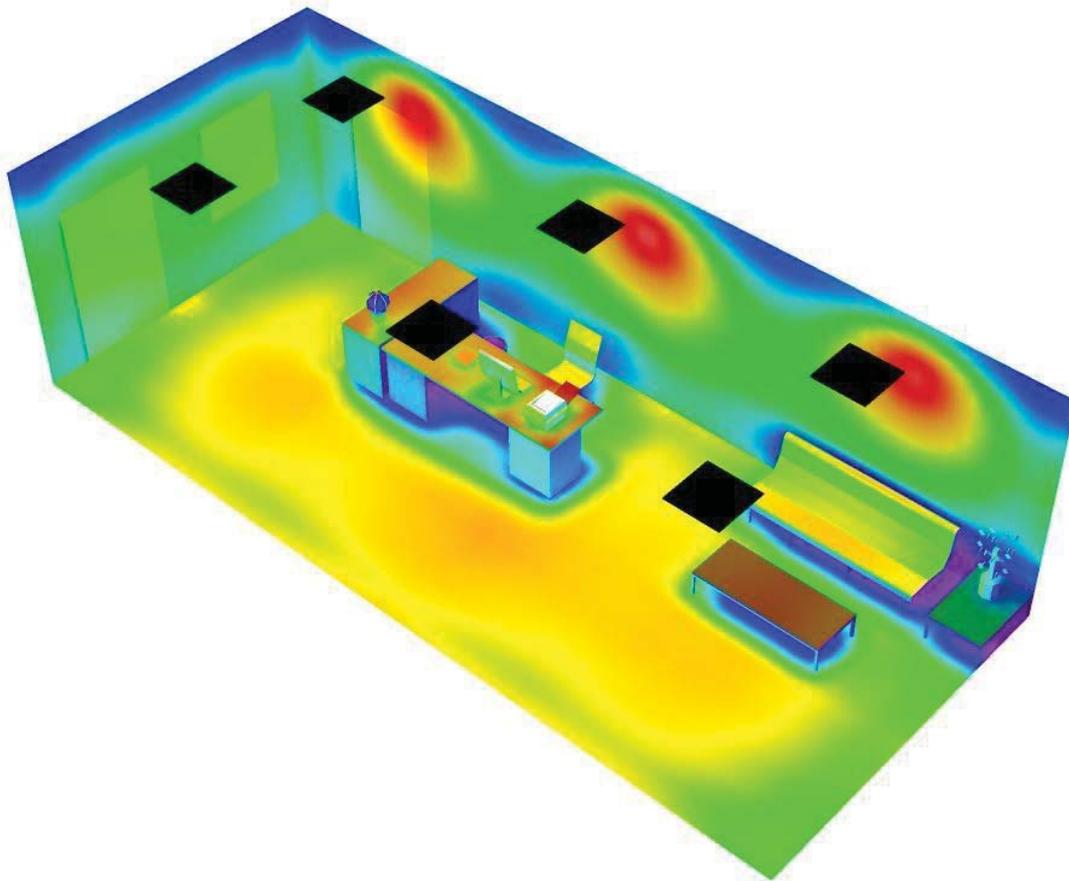
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			<b>Total: 20400</b>	<b>Total: 20400</b>	<b>246.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $6.29 \text{ W/m}^2 = 1.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $39.08 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

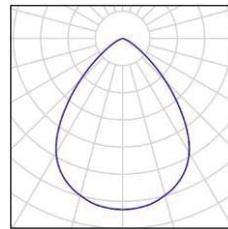


lx

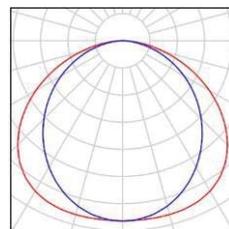
## 3.2 Vestuario hombres

- **Lista de luminarias**

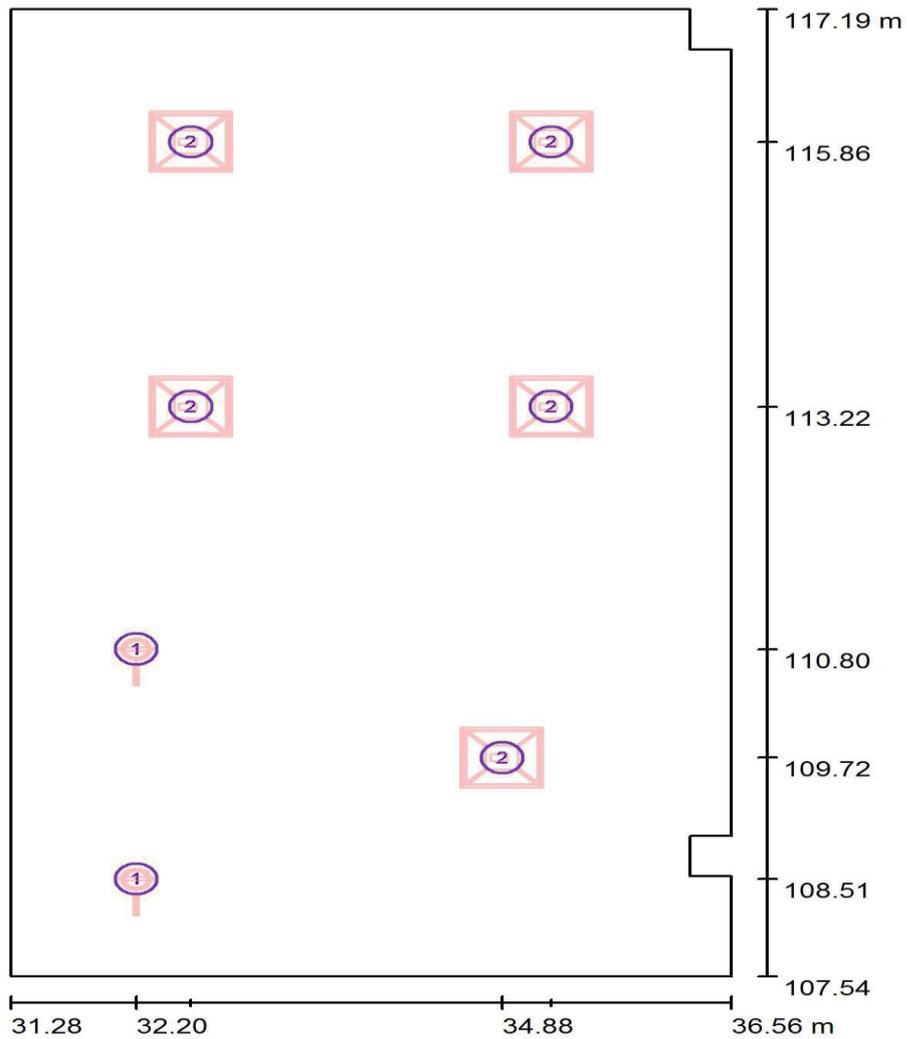
2 Piezas Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C



5 Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840



- **Ubicación:**



Escala 1: 66

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C
2	5	RC125B W60L60 1xLED34S/840



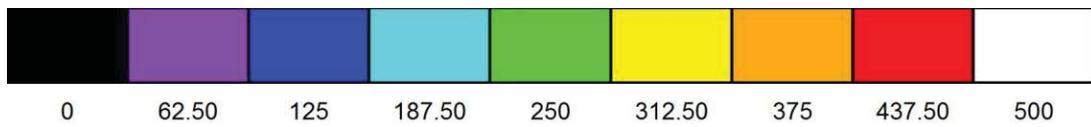
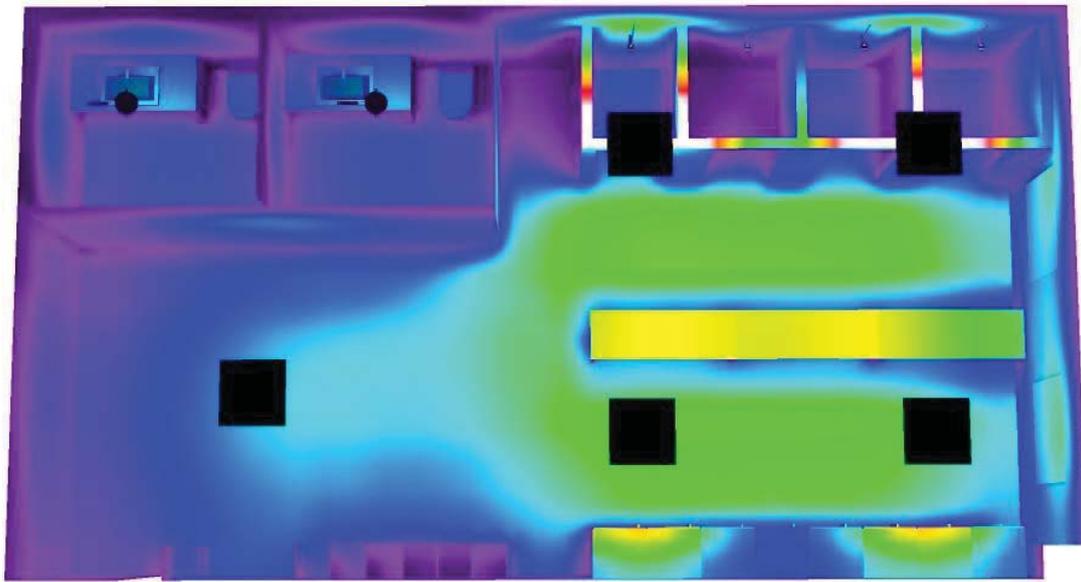
			[lm]		[W]
1	2	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C (1.000)	1200	1200	11.6
2	5	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			<b>Total: 19400</b>	<b>Total: 19400</b>	<b>228.2</b>

Valor de eficiencia energética:  $4.50 \text{ W/m}^2 = 2.10 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.66 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

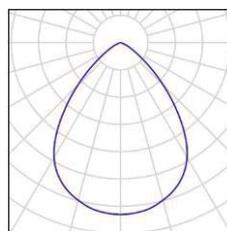


lx

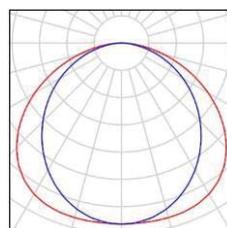
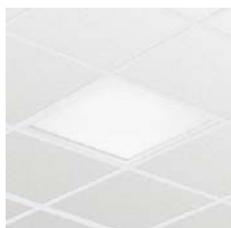
### 3.3 Vestuario mujeres

- **Lista de luminarias**

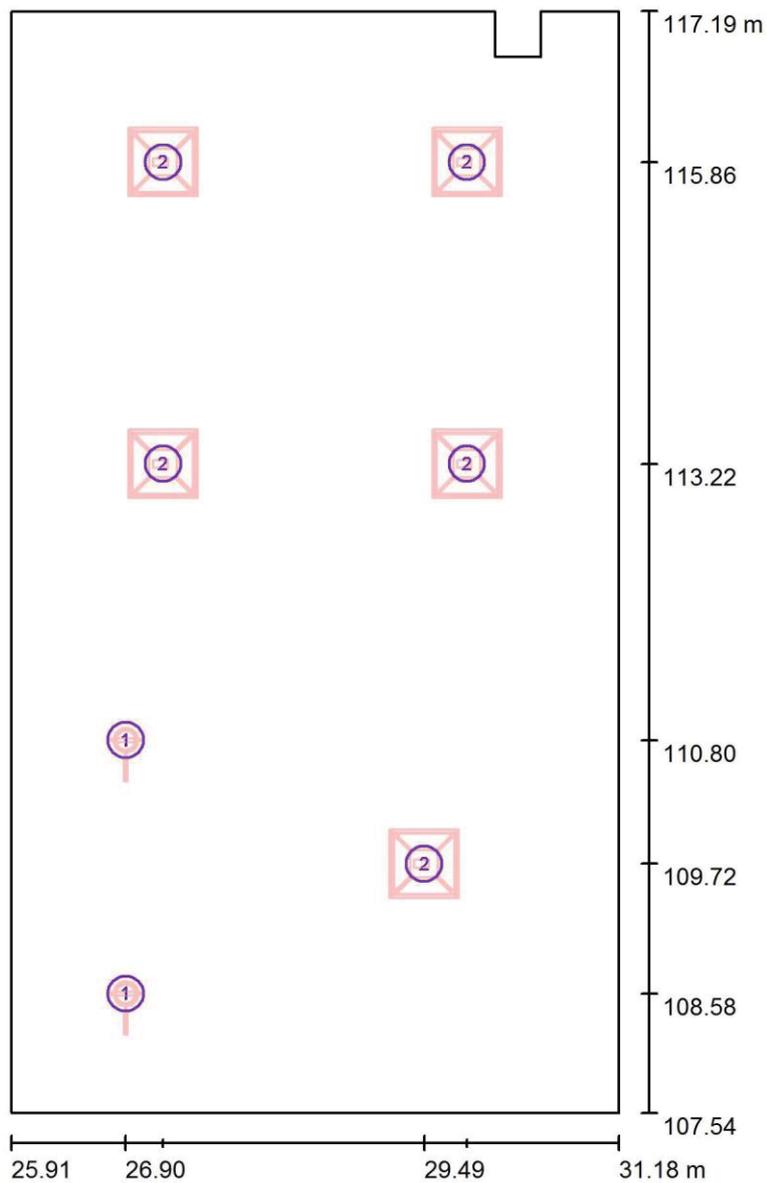
**2** Piezas Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C



**5** Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840



- Ubicación:

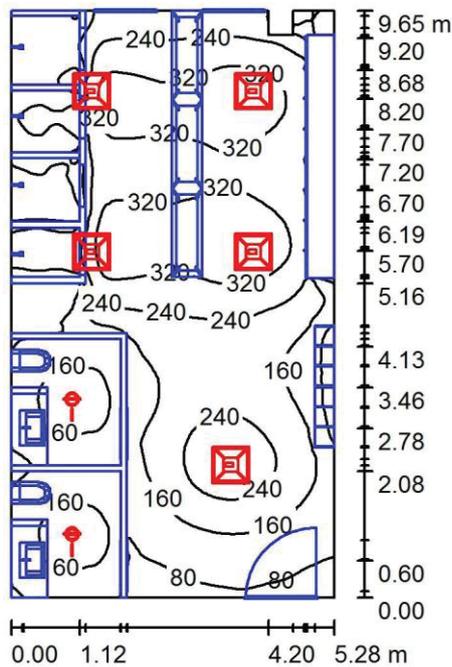


Escala 1: 66

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	2	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C
2	5	RC125B W60L60 1xLED34S/840

- Resultados luminotécnicos



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:124

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$
Plano útil	/	206	18	372	0.085
Suelo	63	134	5.53	264	0.041
Techo	70	48	14	77	0.294
Paredes (8)	25	69	2.74	322	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

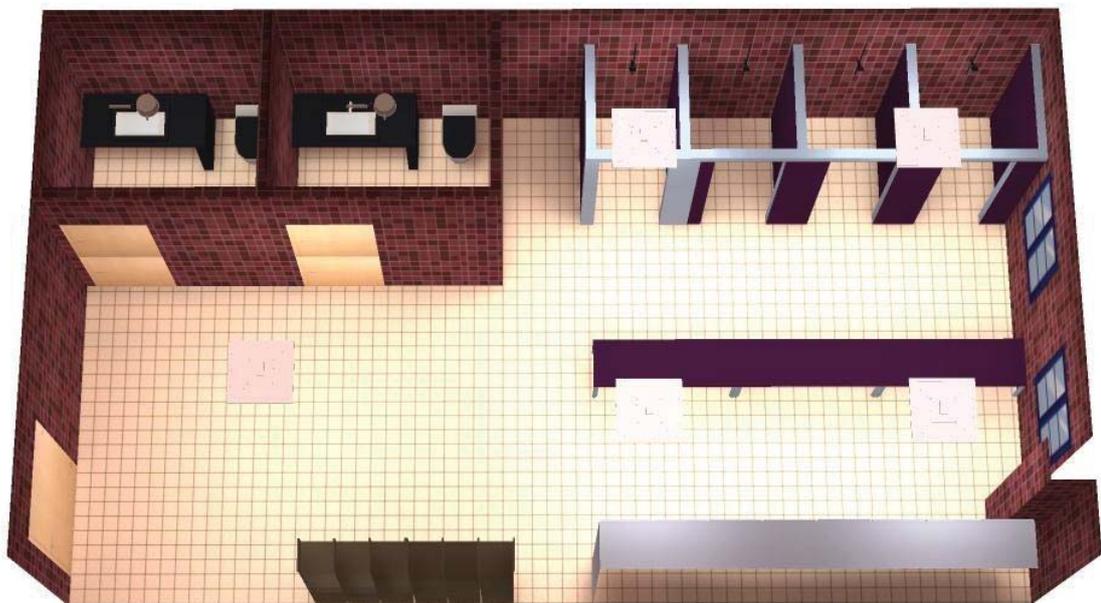
**Lista de piezas – Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
----	-------	------------------------------------	------------------	-----------------	-------

1	2	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E			
C		(1.000)	1200	1200	11.6
2	5	RC125B W60L60 1xLED34S/840			
		(1.000)	3400	3400	41.0
			<b>Total: 19400</b>	<b>Total: 19400</b>	<b>228.2</b>

Valor de eficiencia energética:  $4.50 \text{ W/m}^2 = 2.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $50.74 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**

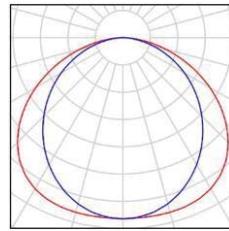


- **Rendering (procesado) de colores falsos**

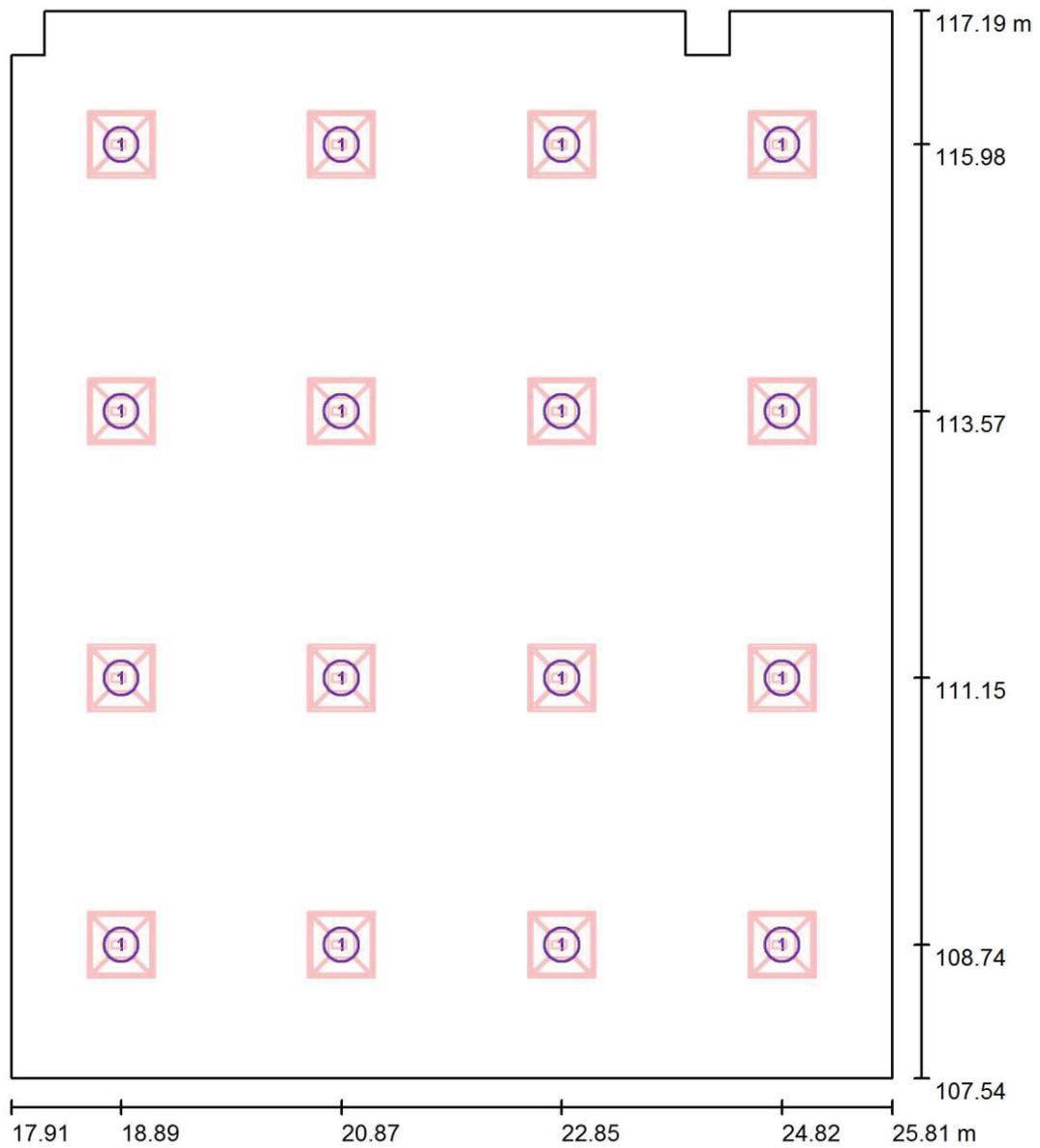


### 3.4 Departamento de calidad.

16 Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840



• **Ubicación:**

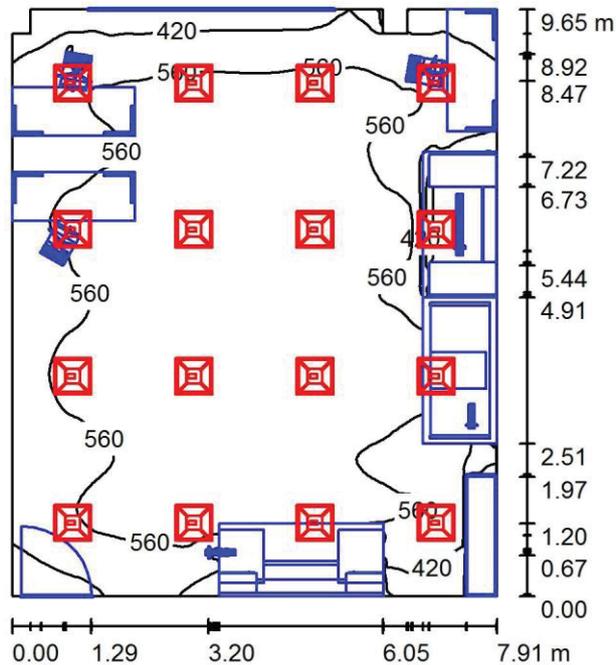


Escala 1 : 66

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	16	RC125B W60L60 1xLED34S/840

- Resultados luminotécnicos



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:124

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min}/E_m$
Plano útil	/	543	13	673	0.025
Suelo	39	393	20	588	0.051
Techo	70	171	88	264	0.512
Paredes (10)	67	261	17	605	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas – Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria)	(Lámparas) [lm]	P [W]
----	-------	------------------------------------	-------------	-----------------	-------

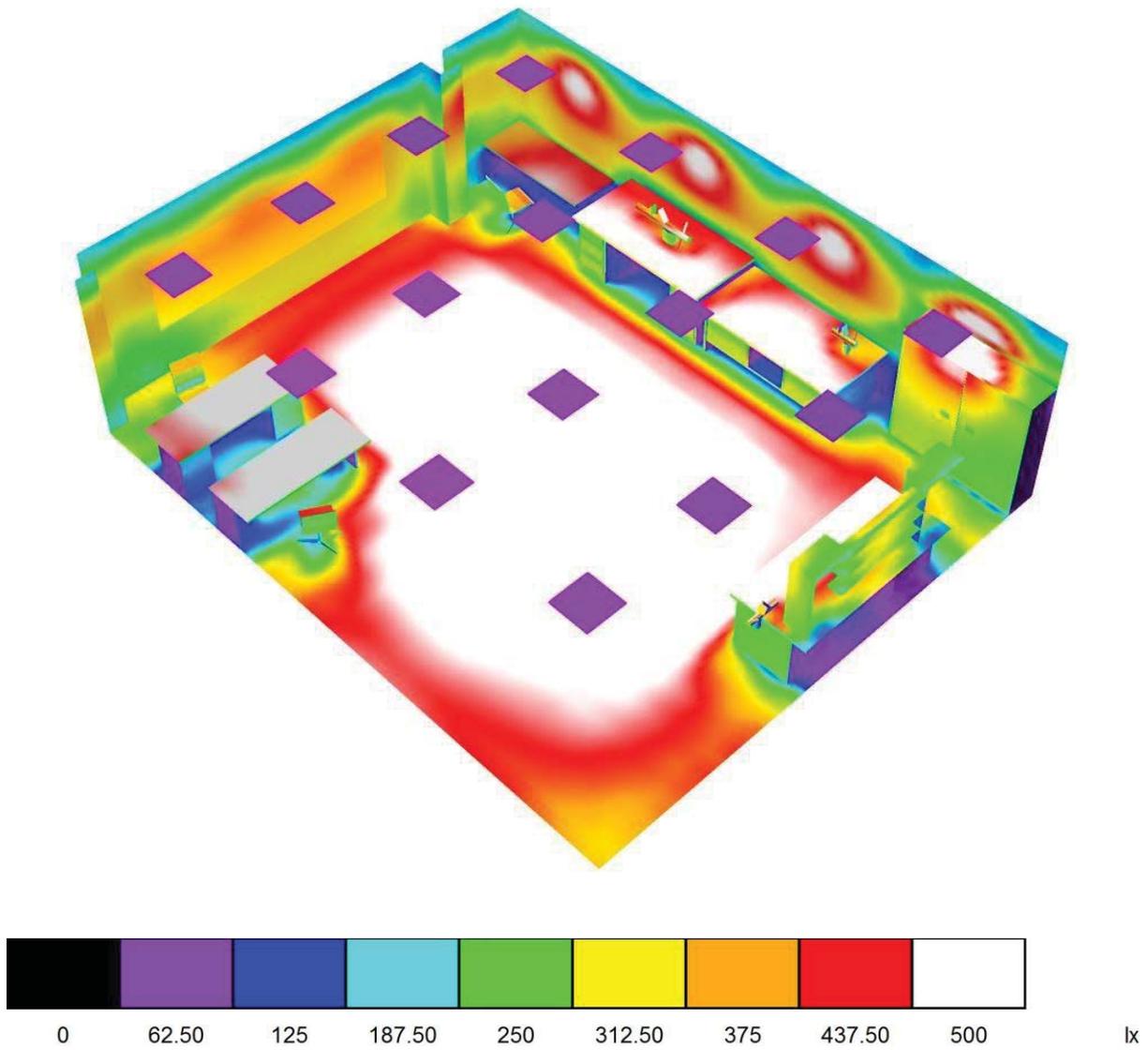
			[lm]		
1	16	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			Total: <b>54400</b>	Total: <b>54400</b>	<b>656.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $8.63 \text{ W/m}^2 = 1.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $75.98 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



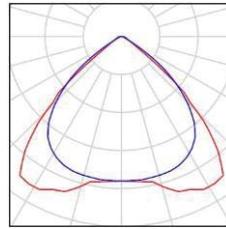
- **Rendering (procesado) de colores falsos**



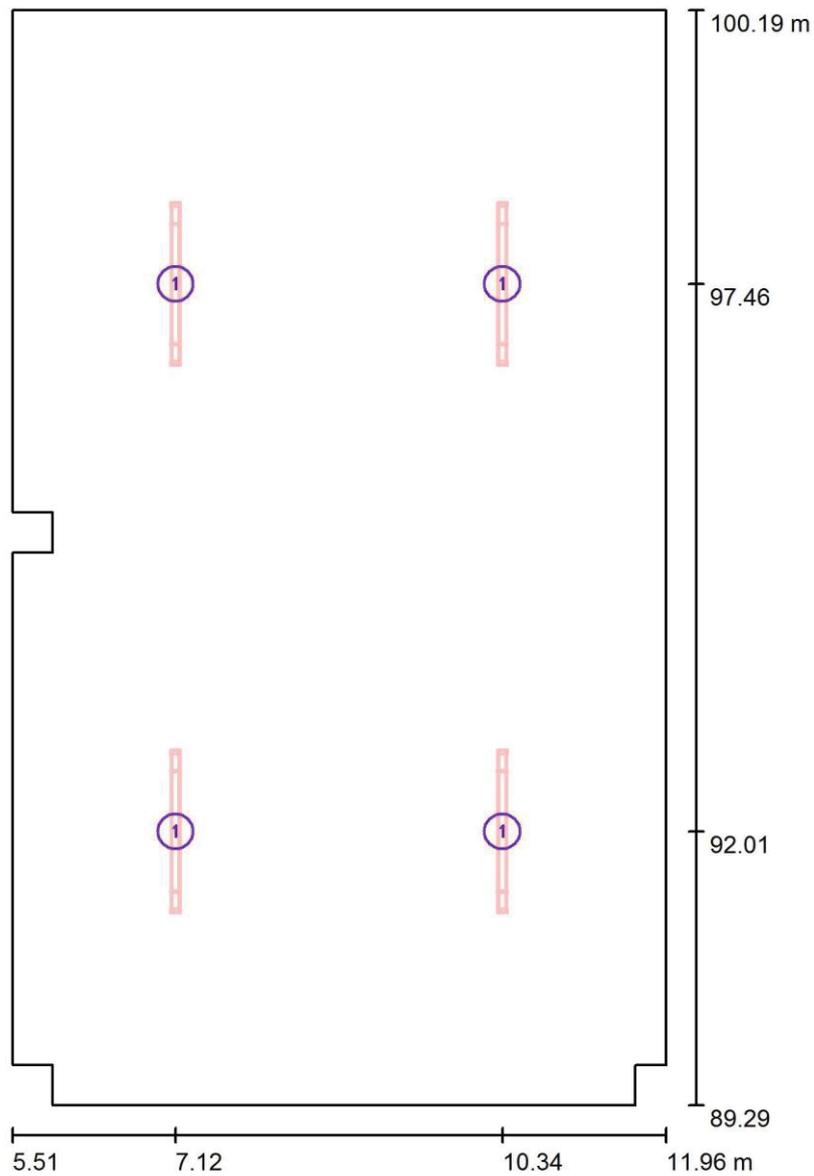
### 3.5 Almacén

- **Lista de luminarias**

4 Piezas Tipo WT460C L1600 1xLED64S/840 WB



• **Ubicación:**

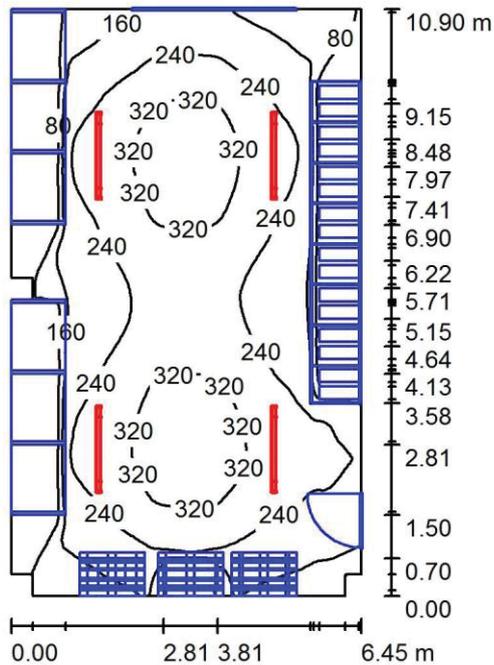


Escala 1: 75

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	4	WT460C L1600 1xLED64S/840 WB

• **Resultados luminotécnicos**



Altura del local: 4.000 m, Altura de montaje: 4.000 m,  
Factor

Valores en Lux, Escala  
1:140

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$
Plano útil	/	210	6.28	375	0.030
Suelo	54	170	4.20	282	0.025
Techo	54	59	31	76	0.524
Paredes (12)	54	50	2.85	256	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

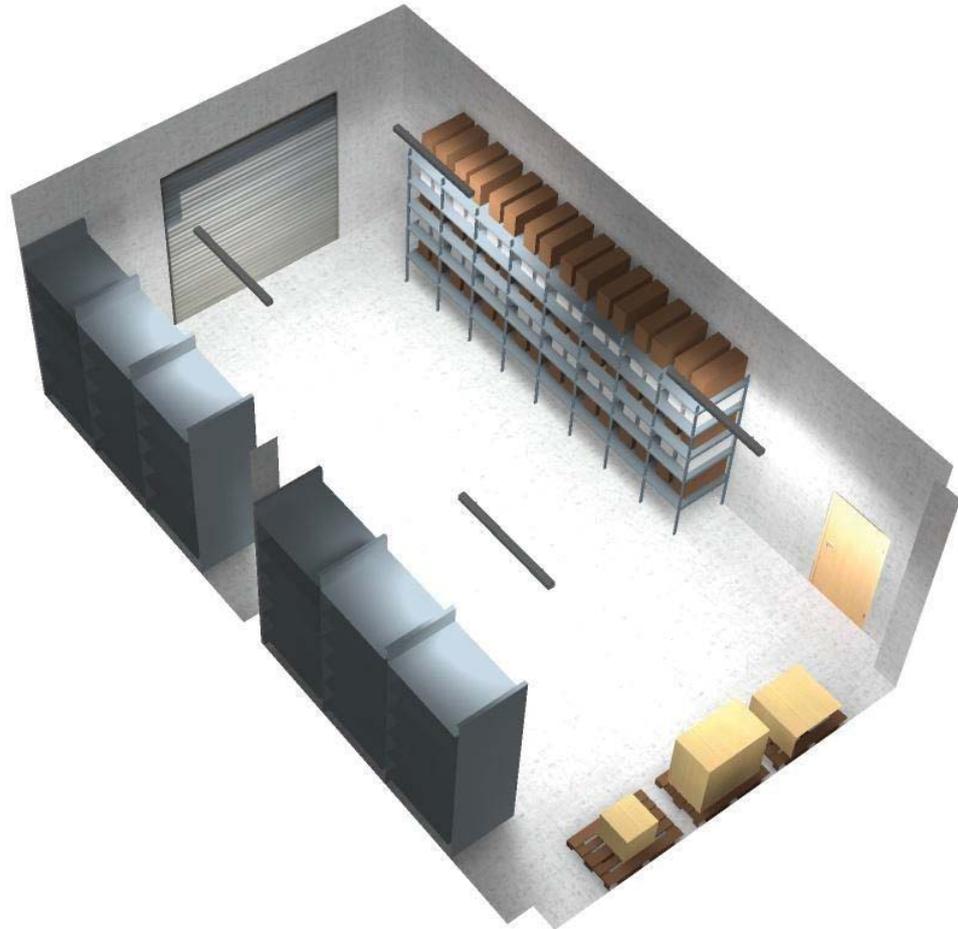
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

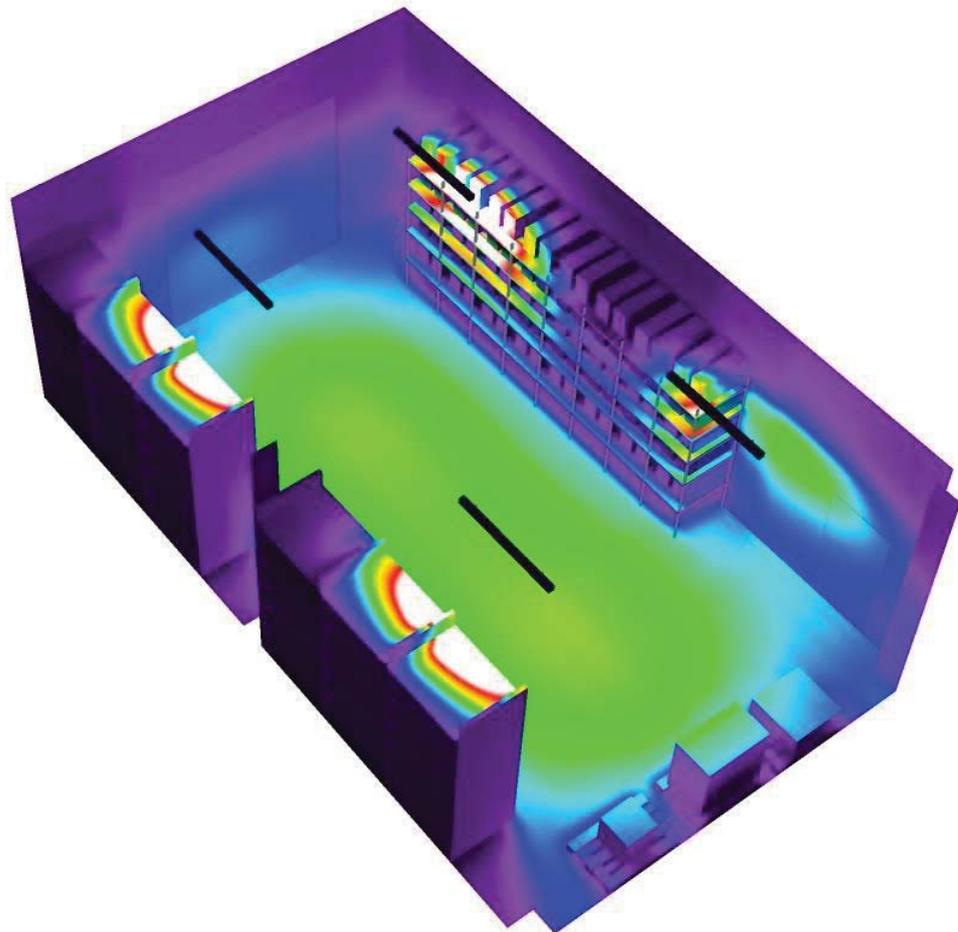
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	WT460C L1600 1xLED64S/840			
		WB (1.000)	6400	6400	51.5
			<b>Total:</b> <b>25600</b>	<b>Total: 25600</b>	<b>206.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $2.95 \text{ W/m}^2 = 1.40 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $69.86 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

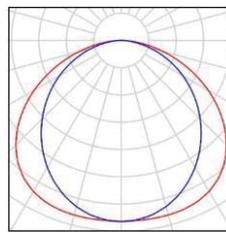


lx

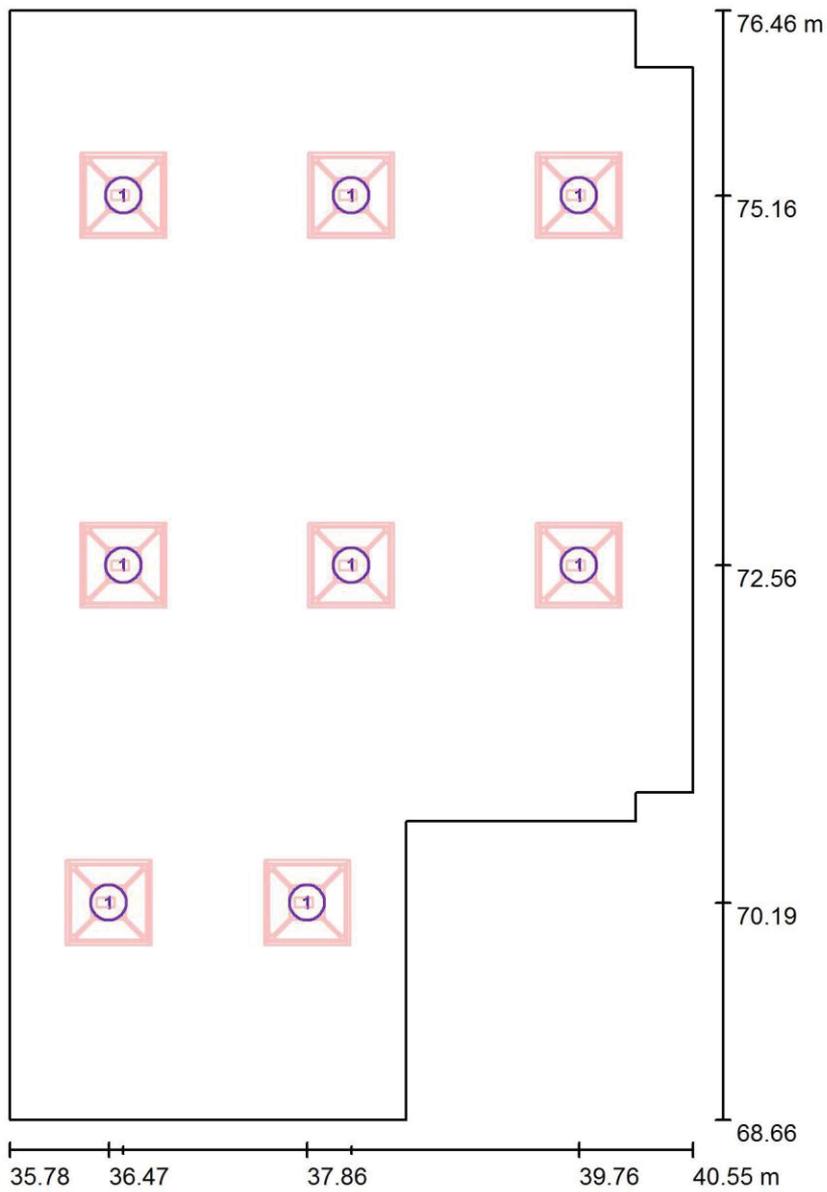
## 4.1 Sala de enfermería

- **Lista de luminarias**

**8** Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840



- Ubicación:

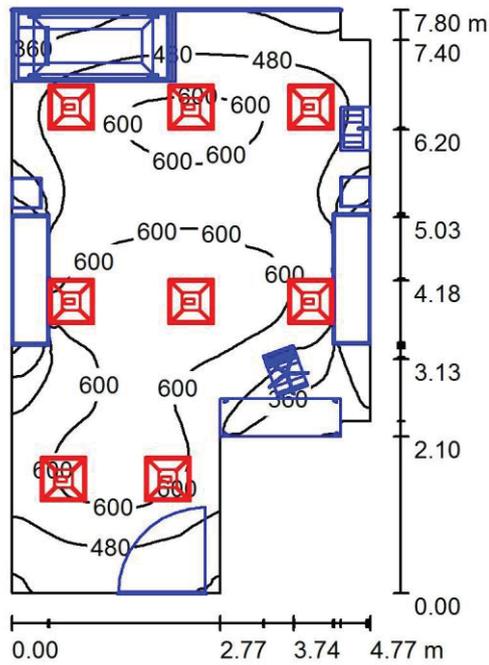


Escala 1: 53

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	8	RC125B W60L60 1xLED34S/840

• **Resultados luminotécnicos**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.846 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:101

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	522	119	688	0.229
Suelo	39	380	21	548	0.055
Techo	70	169	113	308	0.664
Paredes (10)	67	254	4.21	900	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

(Luminaria)

P

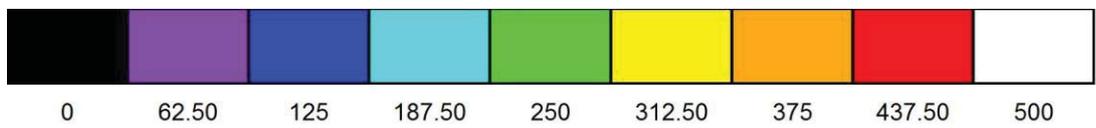
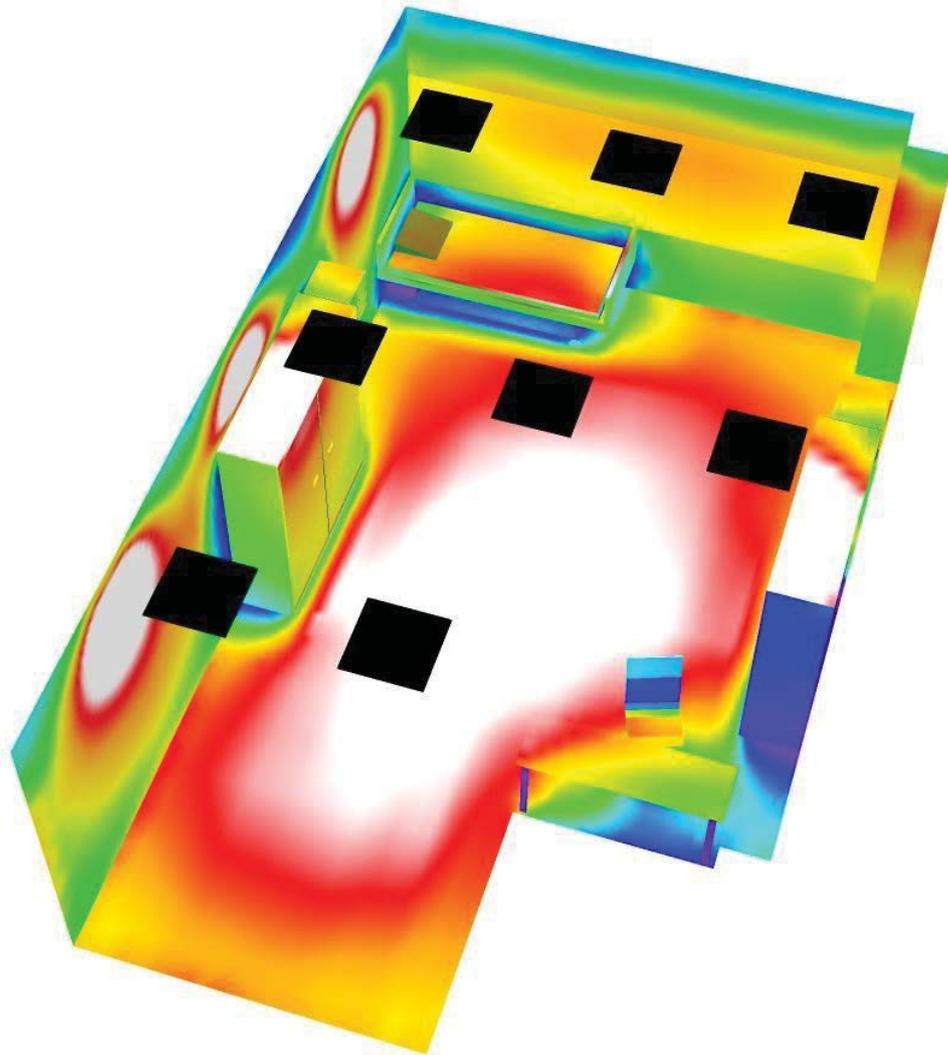
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	[lm]	(Lámparas) [lm]	[W]
1	8	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			<b>Total:</b> <b>27200</b>	<b>Total: 27200</b>	<b>328.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $10.01 \text{ W/m}^2 = 1.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $32.77 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

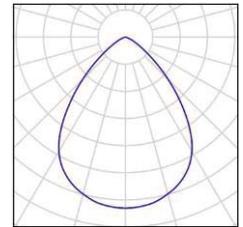


lx

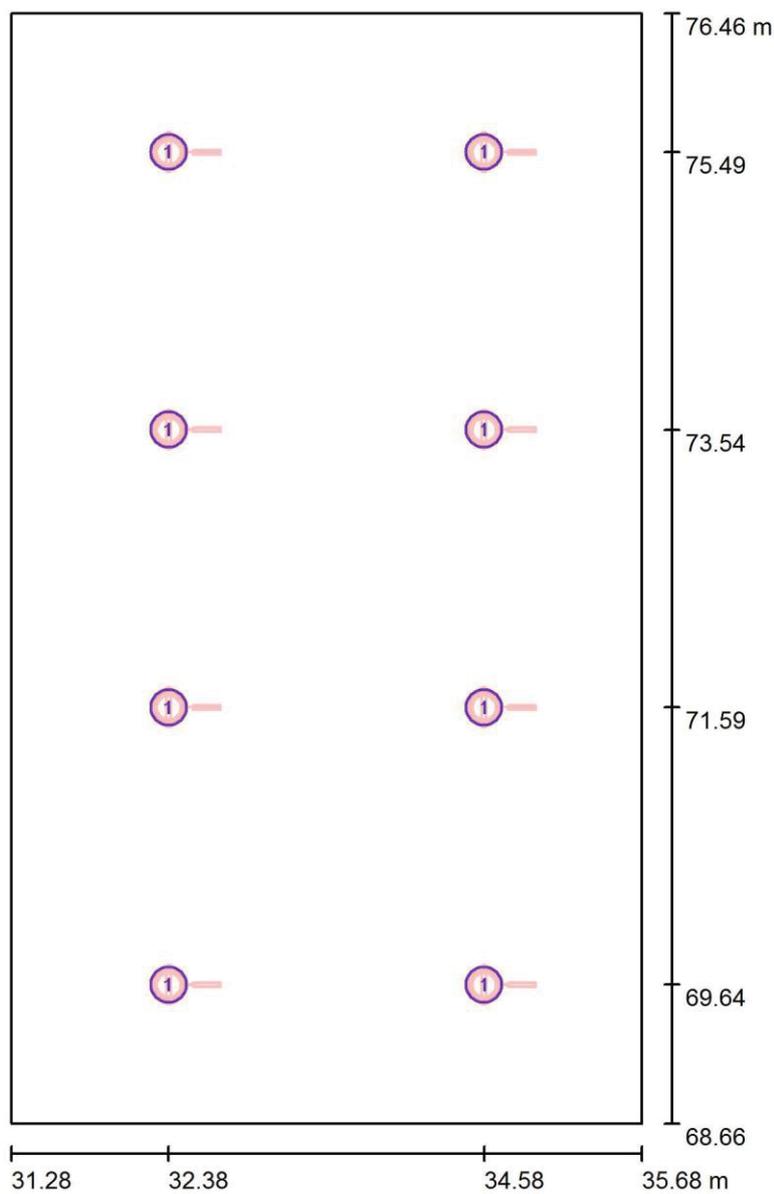
## 4.2 Aseos

- **Lista de luminarias**

8 Piezas Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C



- **Ubicación:**

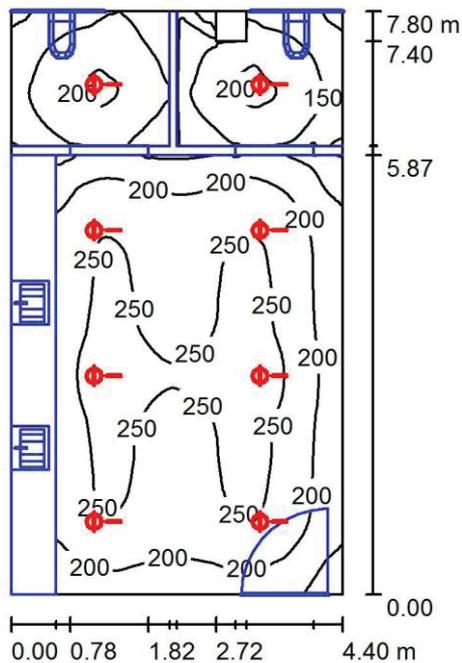


Escala 1:53

### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	8	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C

- Resultados luminotécnicos**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.846 m, Factor Valores en Lux, Escala 1:101

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	208	36	269	0.173
Suelo	31	157	14	239	0.091
Techo	70	49	16	63	0.330
Paredes (5)	67	69	14	135	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

### Lista de piezas - Luminarias

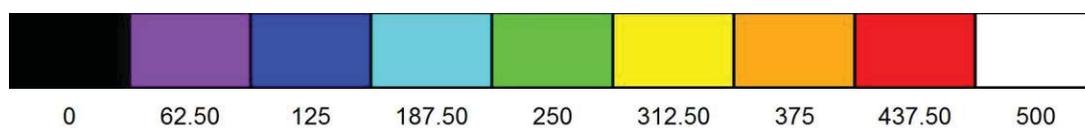
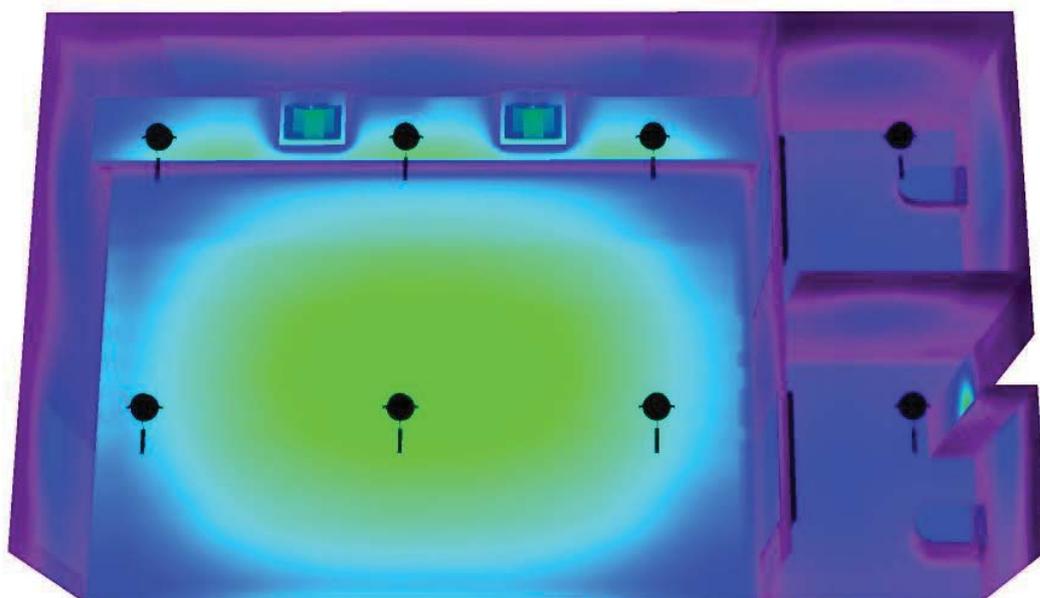
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C			
		1200	1200		
		(1.000)			
			Total: <b>9600</b>	Total: <b>9600</b>	

Valor de eficiencia energética:  $2.70 \text{ W/m}^2 = 1.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $34.32 \text{ m}^2$ )

- Rendering (procesado) en 3D



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

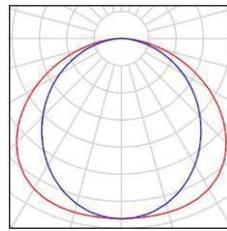


lx

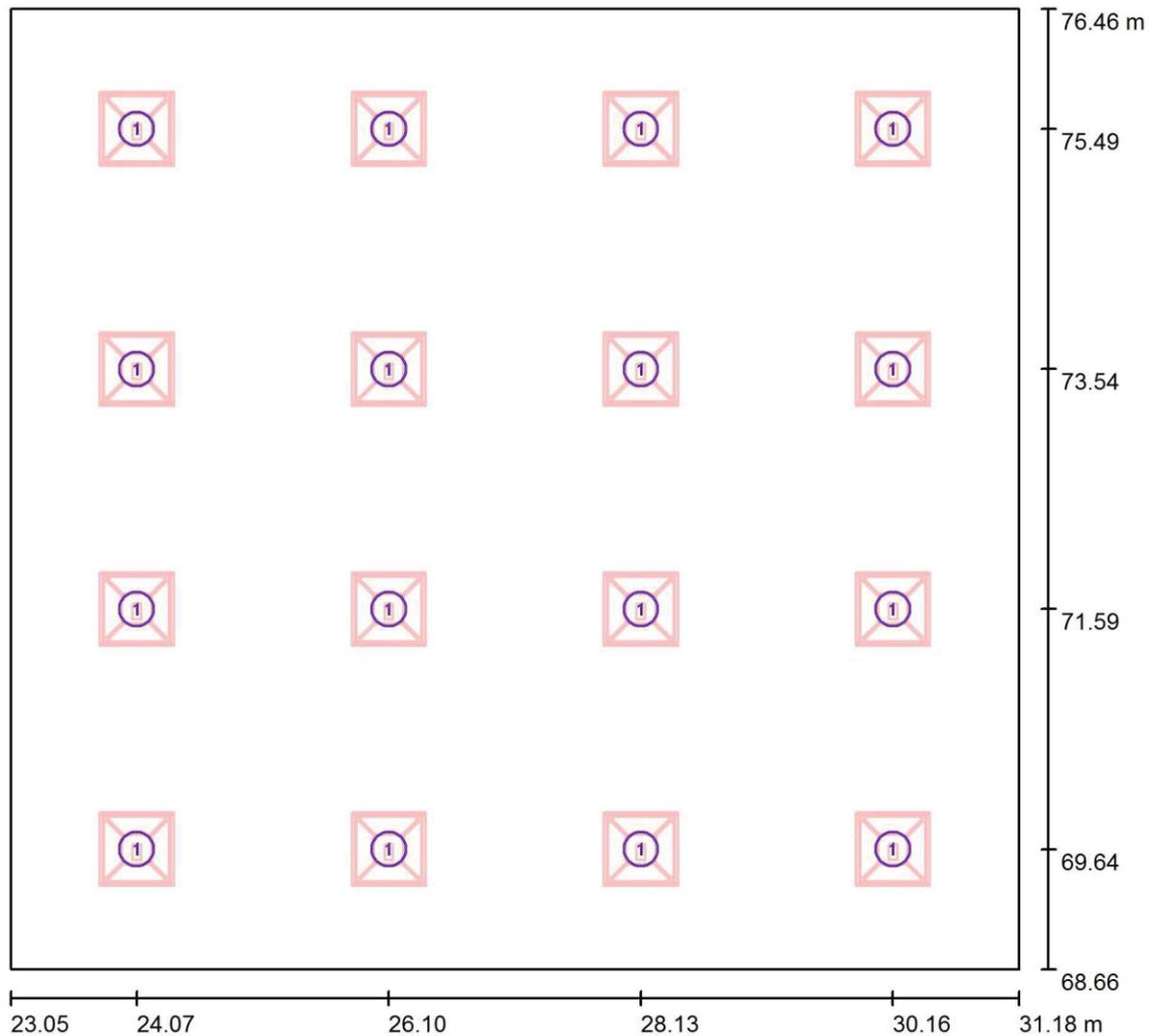
### 4.3 Despacho director

- **Lista de luminarias**

16 Pieza PHILIPS RC125B W60L60 1xLED34S/840



- **Ubicación:**

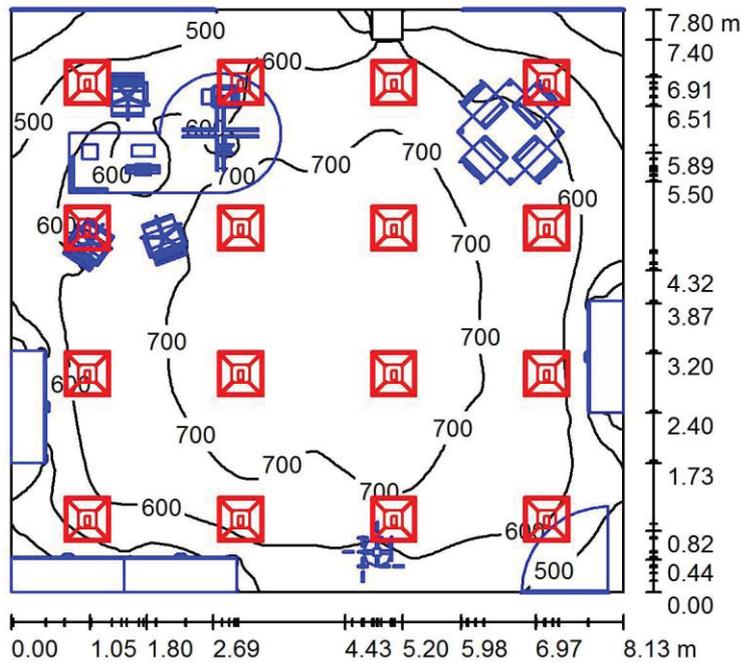


Escala 1: 59

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	16	RC125B W60L60 1xLED34S/840

• **Resultados luminotécnicos**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:101

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	627	303	763	0.484
Suelo	39	467	39	678	0.083
Techo	70	183	124	314	0.675
Paredes (4)	67	310	7.80	596	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas – Luminarias**

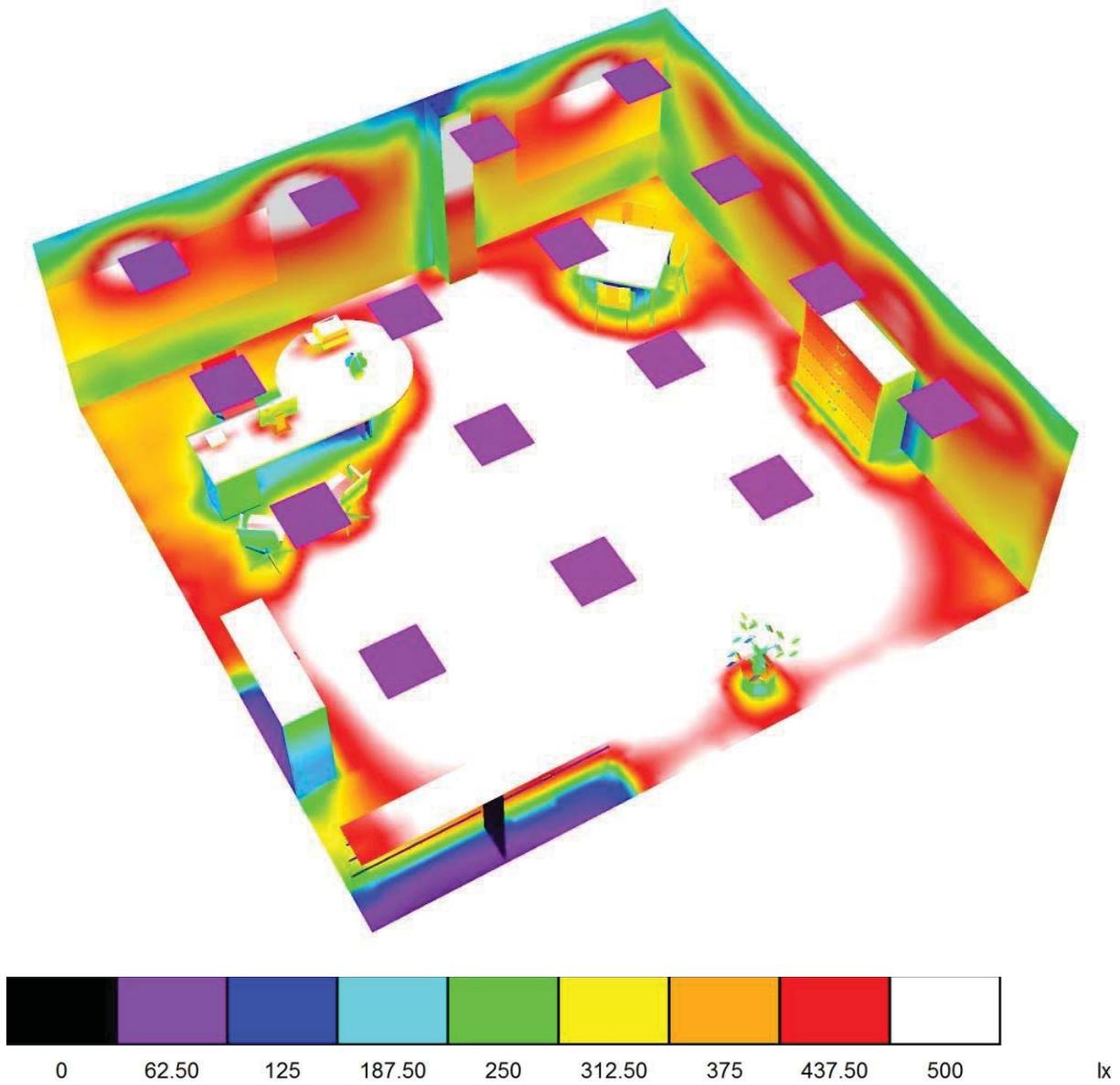
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			Total: <b>54400</b>	Total: <b>54400</b>	<b>656.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $10.34 \text{ W/m}^2 = 1.65 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $63.41 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



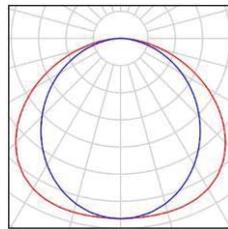
- **Rendering (procesado) de colores falsos**



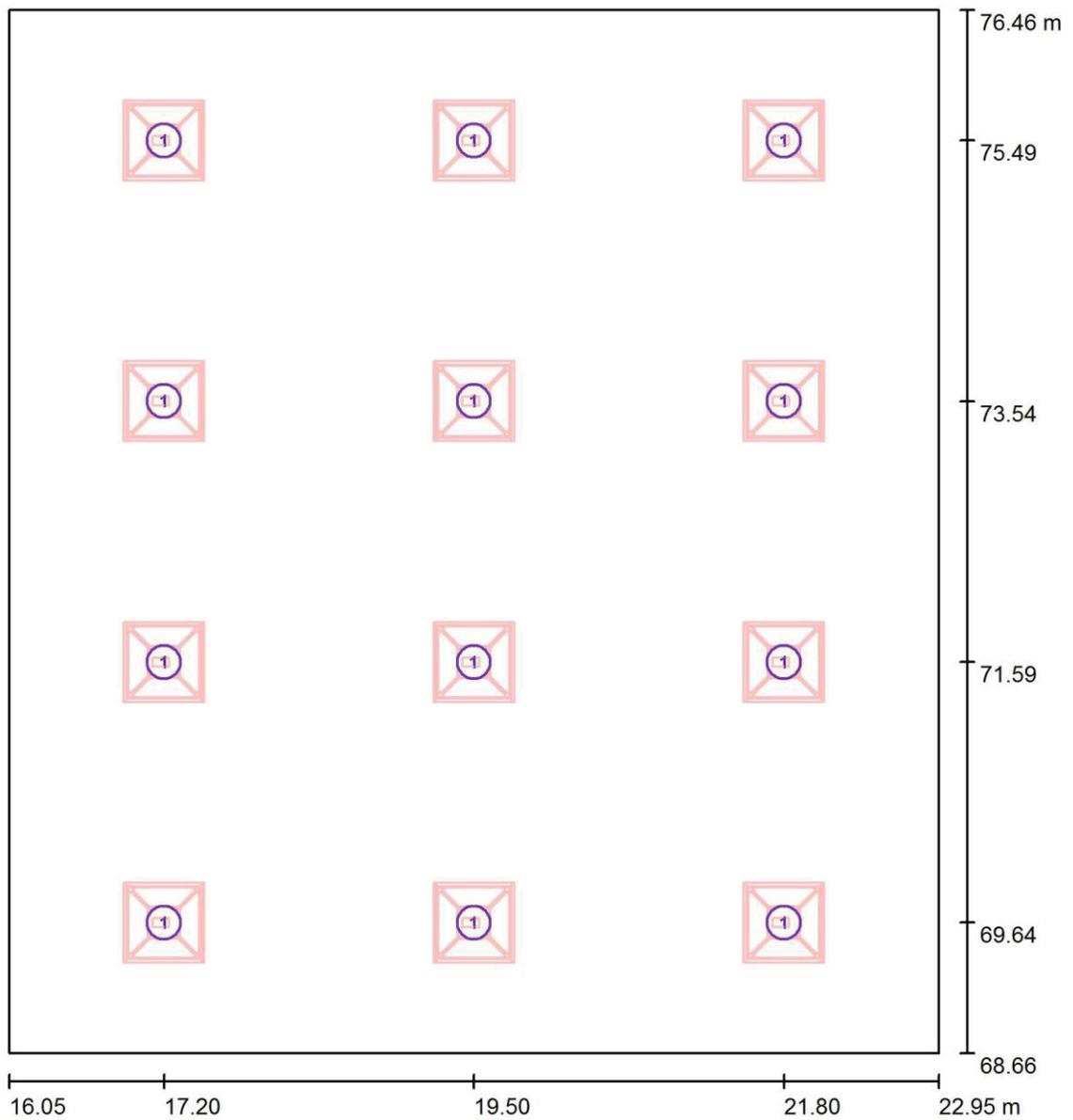
## 4.4 Despacho gerente

- **Lista de luminarias**

**12** Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840



- Ubicación:

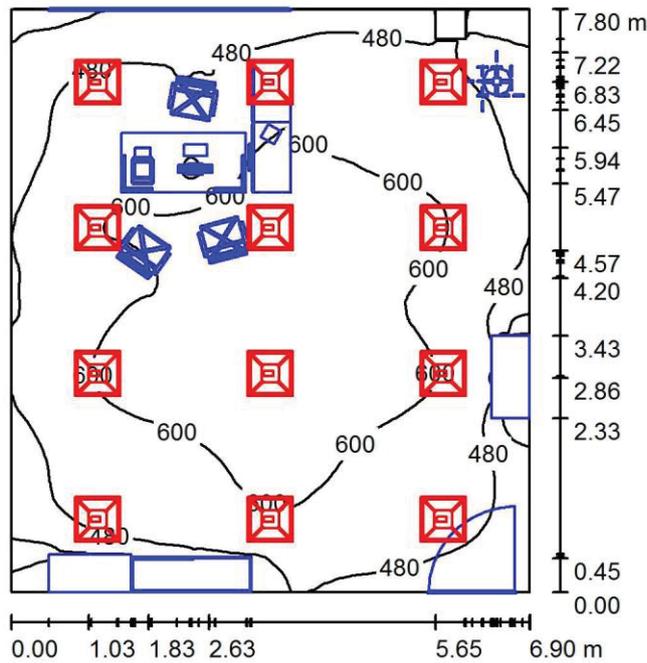


Escala 1: 53

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación
1	12	RC125B W60L60 1xLED34S/840

• **Resultados luminotécnicos**



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:101

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$
Plano útil	/	545	113	667	0.208
Suelo	39	416	43	576	0.104
Techo	70	159	94	239	0.591
Paredes (4)	67	278	12	472	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas – Luminarias**

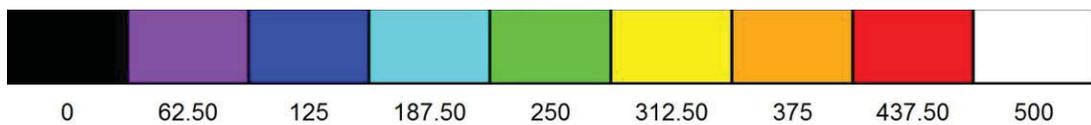
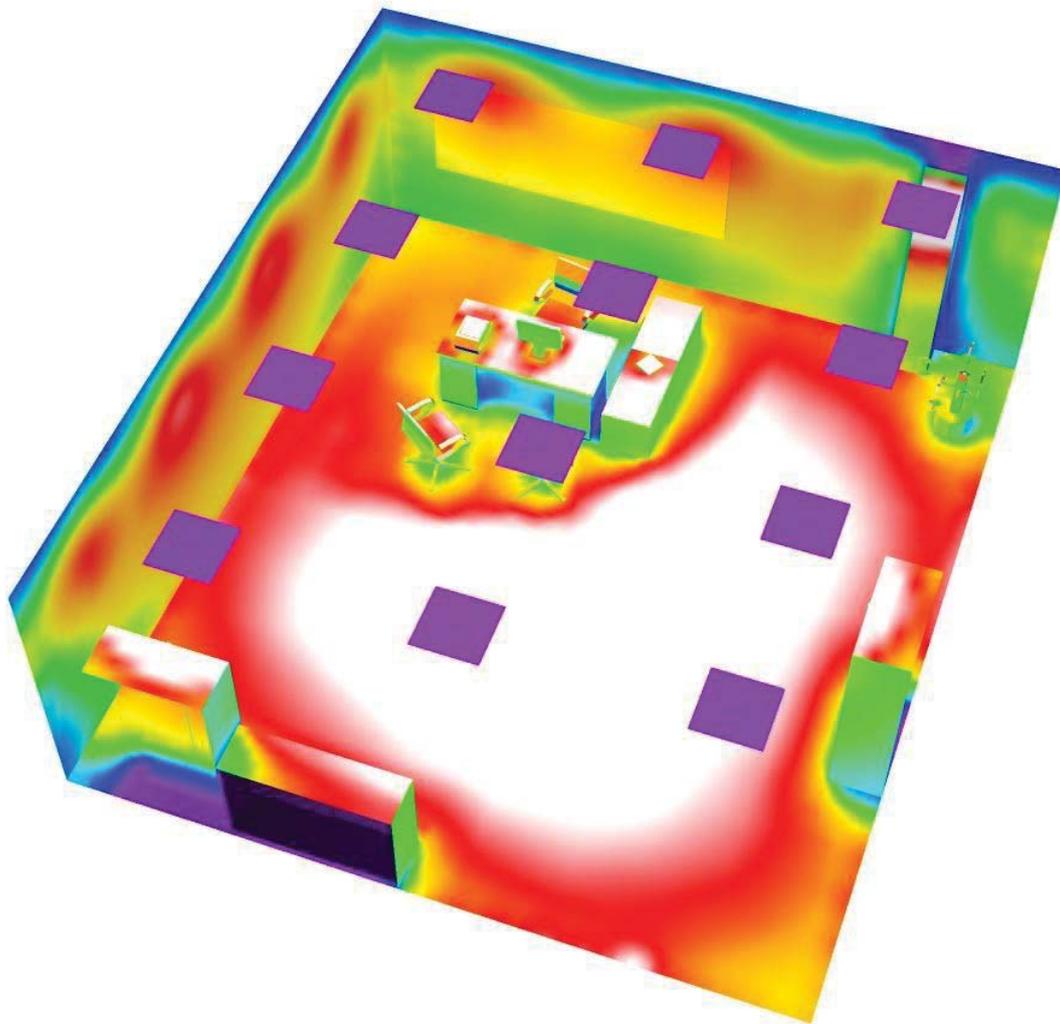
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			Total: <b>40800</b>	Total: <b>40800</b>	<b>492.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $9.14 \text{ W/m}^2 = 1.68 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $53.82 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**

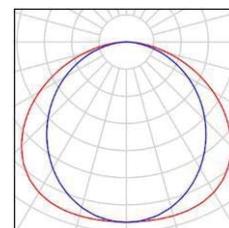


lx

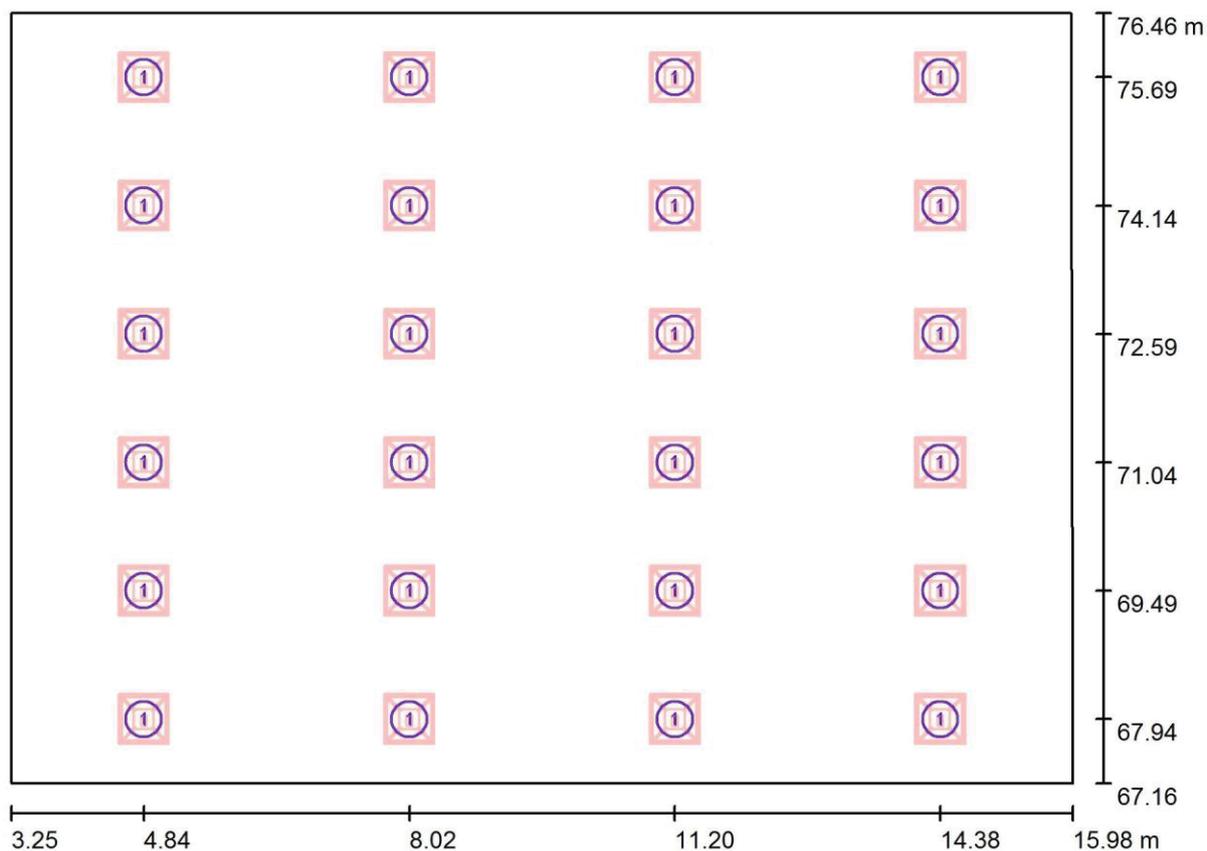
### 4.5 Sala de reuniones

- **Lista de luminarias**

24 Piezas Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840



- **Ubicación:**

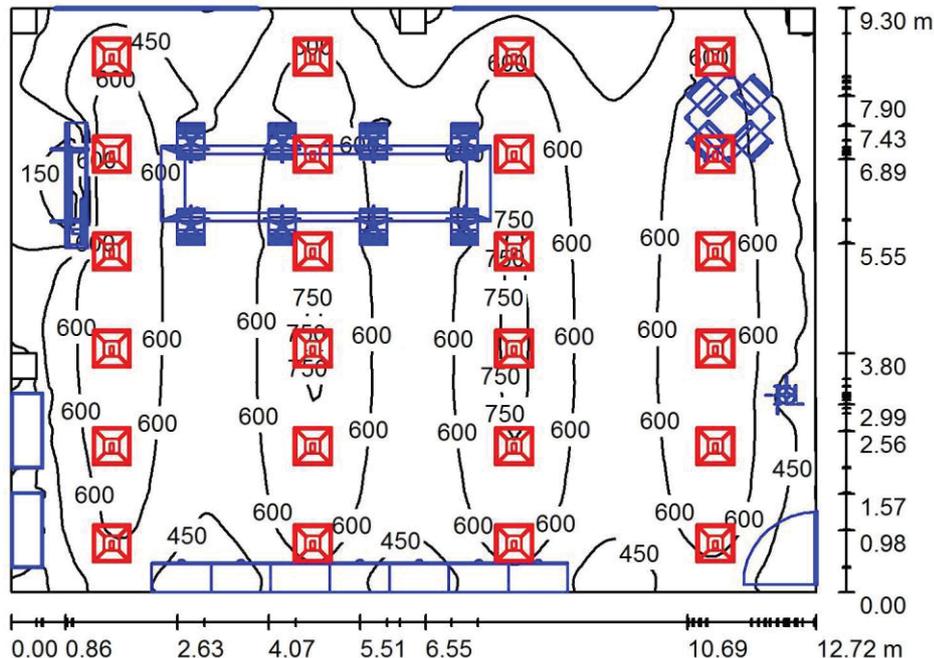


Escala 1: 91

#### Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	24	RC125B W60L60 1xLED34S/840

• **Resultados luminotécnicos**



Altura del local: 2.600 m, Altura de montaje: 2.600 m, Factor

Valores en Lux, Escala 1:120

mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	555	66	769	0.119
Suelo	39	436	36	630	0.083
Techo	70	157	94	249	0.600
Paredes (4)	67	259	17	734	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m

Trama: 128 x 128 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas – Luminarias**

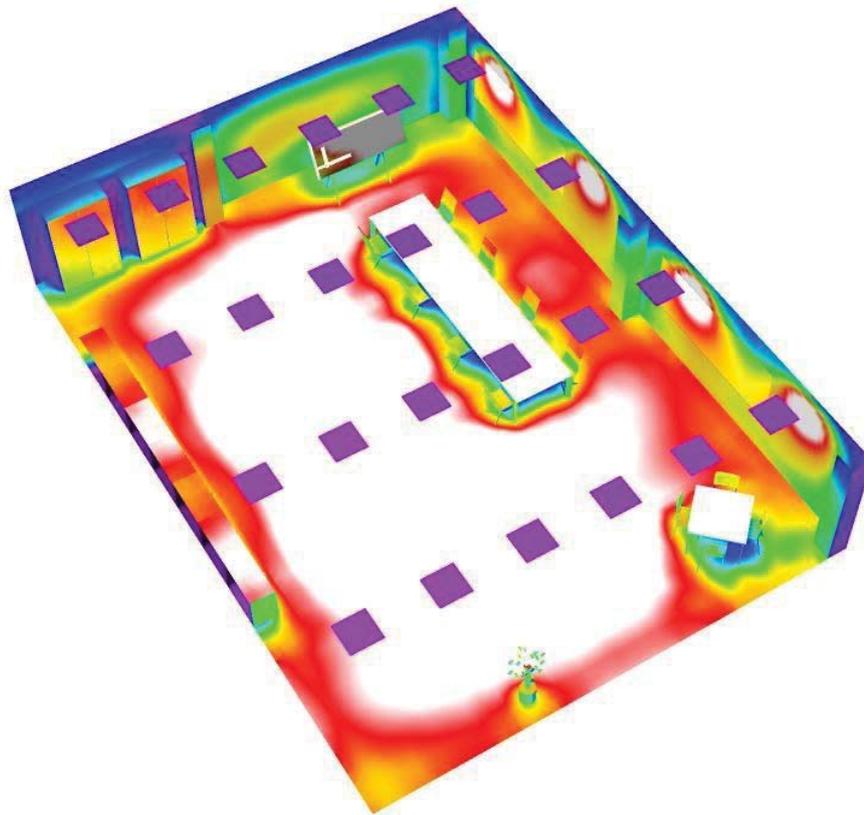
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm]	(Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	RC125B W60L60 1xLED34S/840 (1.000)	3400	3400	41.0
			Total: <b>81600</b>	Total: <b>81600</b>	<b>984.0</b>

Valor de eficiencia energética:  $8.32 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $118.23 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**



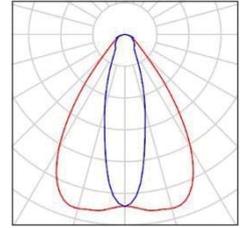
0      62.50      125      187.50      250      312.50      375      437.50      500

lx

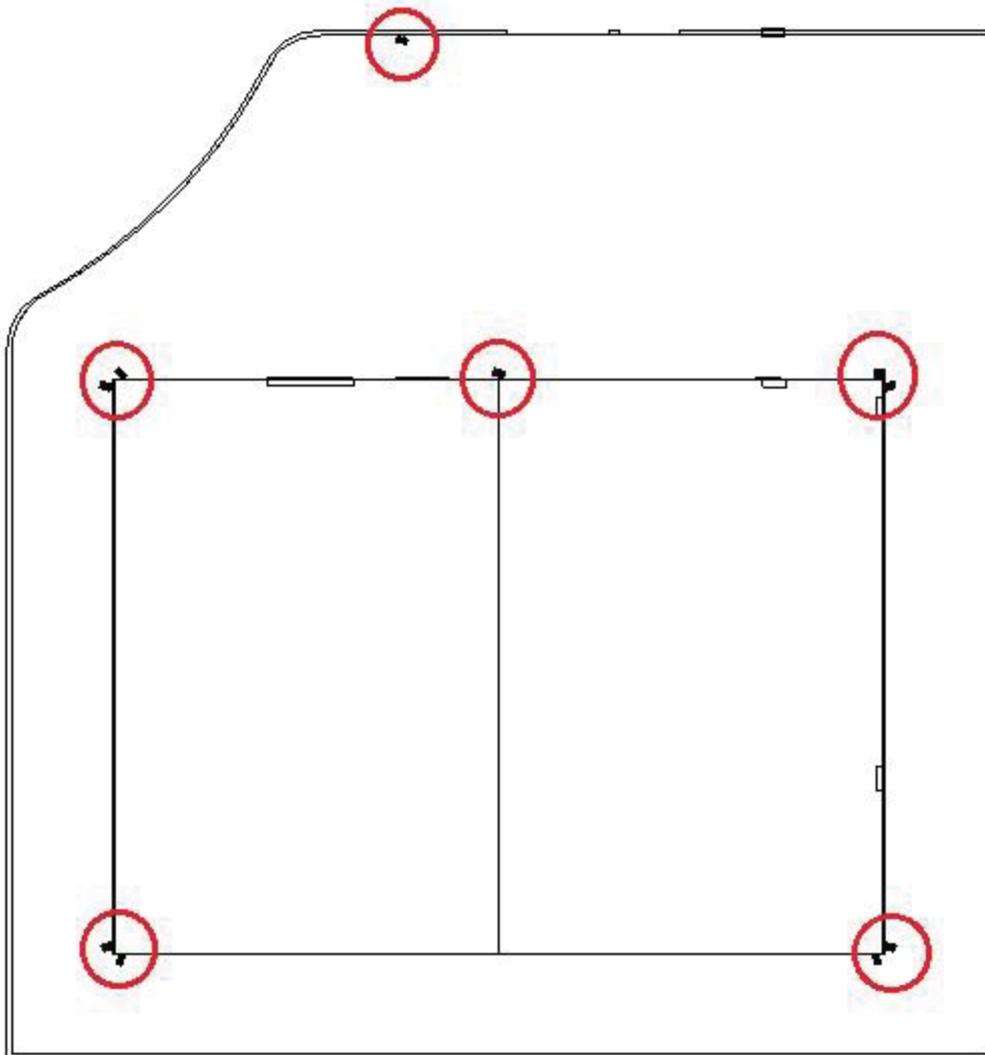
## 5. Exterior de la nave

- **Lista de luminarias**

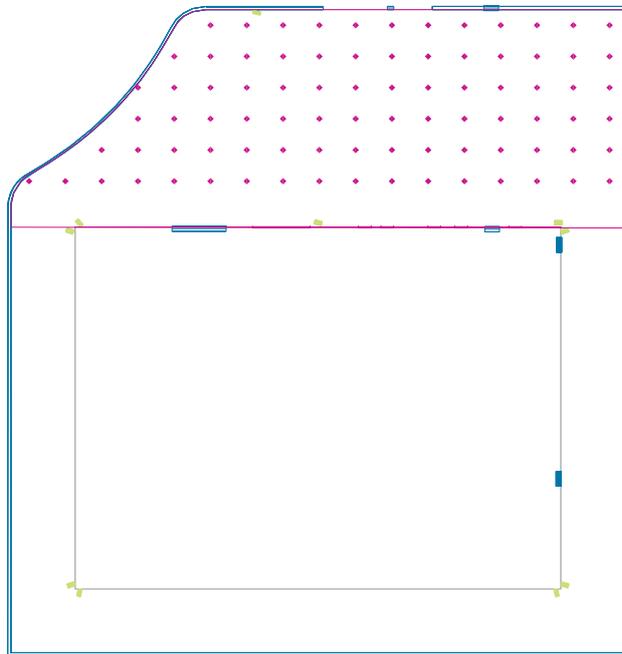
10 Piezas Tipo BVP650 G2 29K 1xECO/740 S



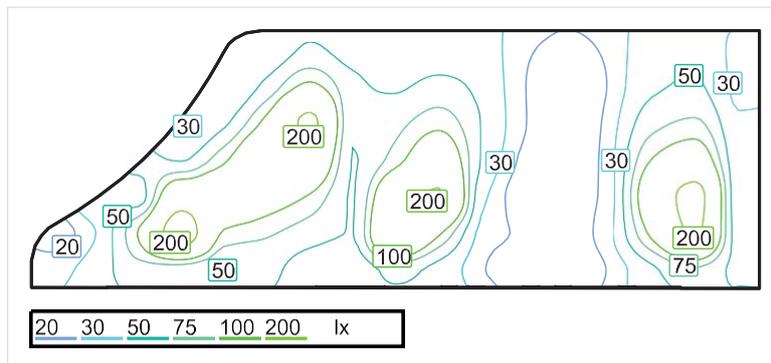
- **Ubicación:**



- **Resultados luminotécnicos de superficie de cálculo frontal**



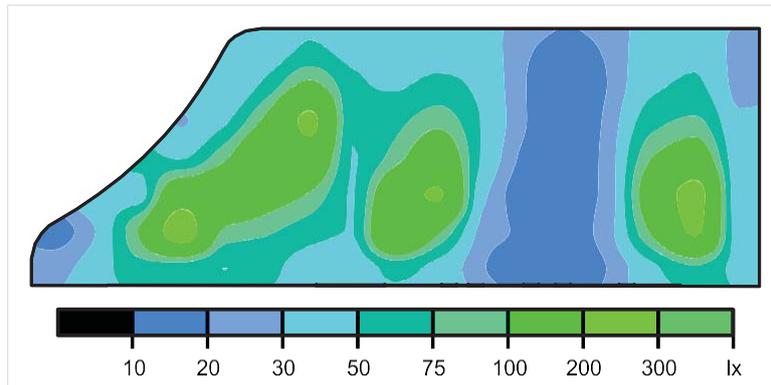
Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Intensidad lumínica perpendicular [lx]	64	13	245	0.203	0.053



Escala: 1: 500

**Intensidad lumínica perpendicular (Trama)**

Media (real): 64 lx, Min: 13 lx, Max: 245 lx, Mín./medio: 0.203, Mín./máx.: 0.053,

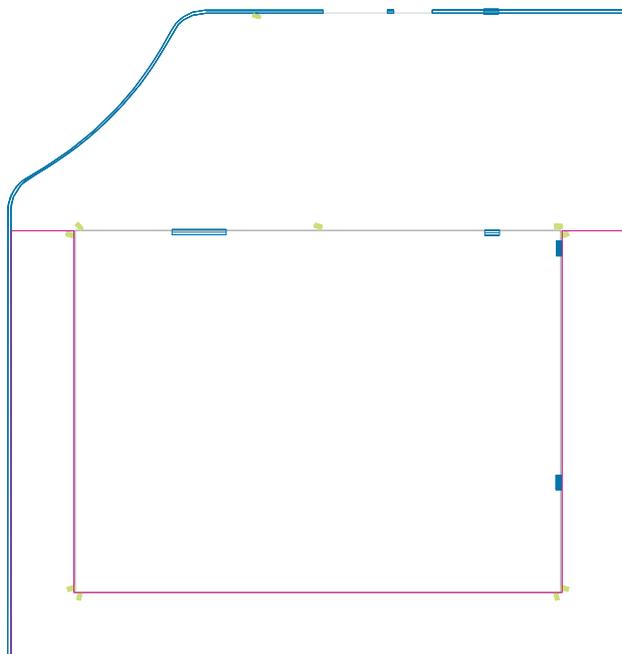


Escala: 1: 500

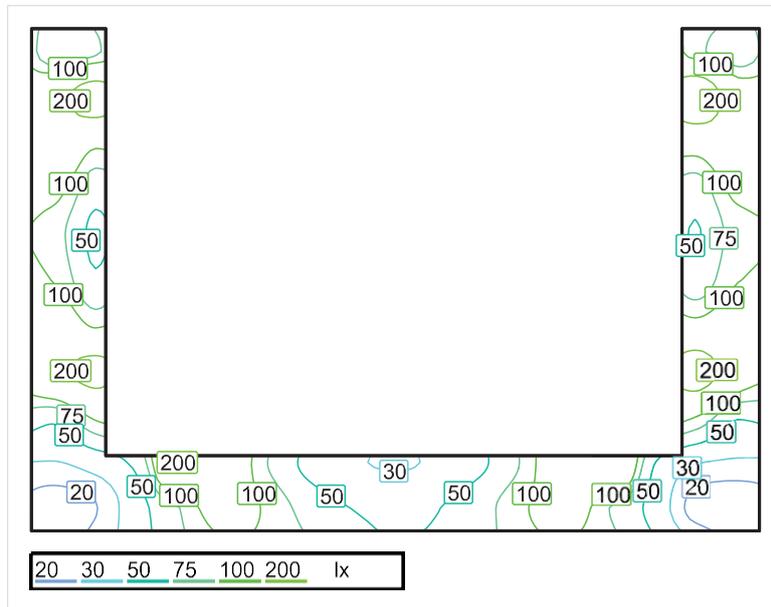
### Intensidad lumínica perpendicular (Trama)

Media (real): 64 lx, Min: 13 lx, Max: 245 lx, Mín./medio: 0.203, Mín./máx.: 0.053,

- **Resultados luminotécnicos de superficie de cálculo trasera y lateral**



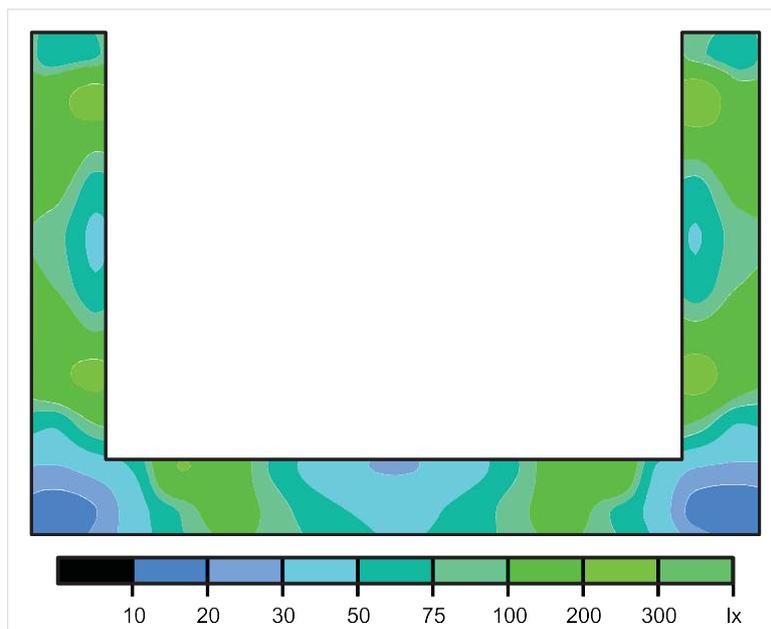
Resultado	Media (nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
Intensidad lumínica perpendicular [lx]	93	13	294	0.140	0.044



Escala: 1: 500

**Intensidad lumínica perpendicular (Trama)**

Media (real): 93 lx, Min: 13 lx, Max: 294 lx, Mín./medio: 0.140, Mín./máx.: 0.044,

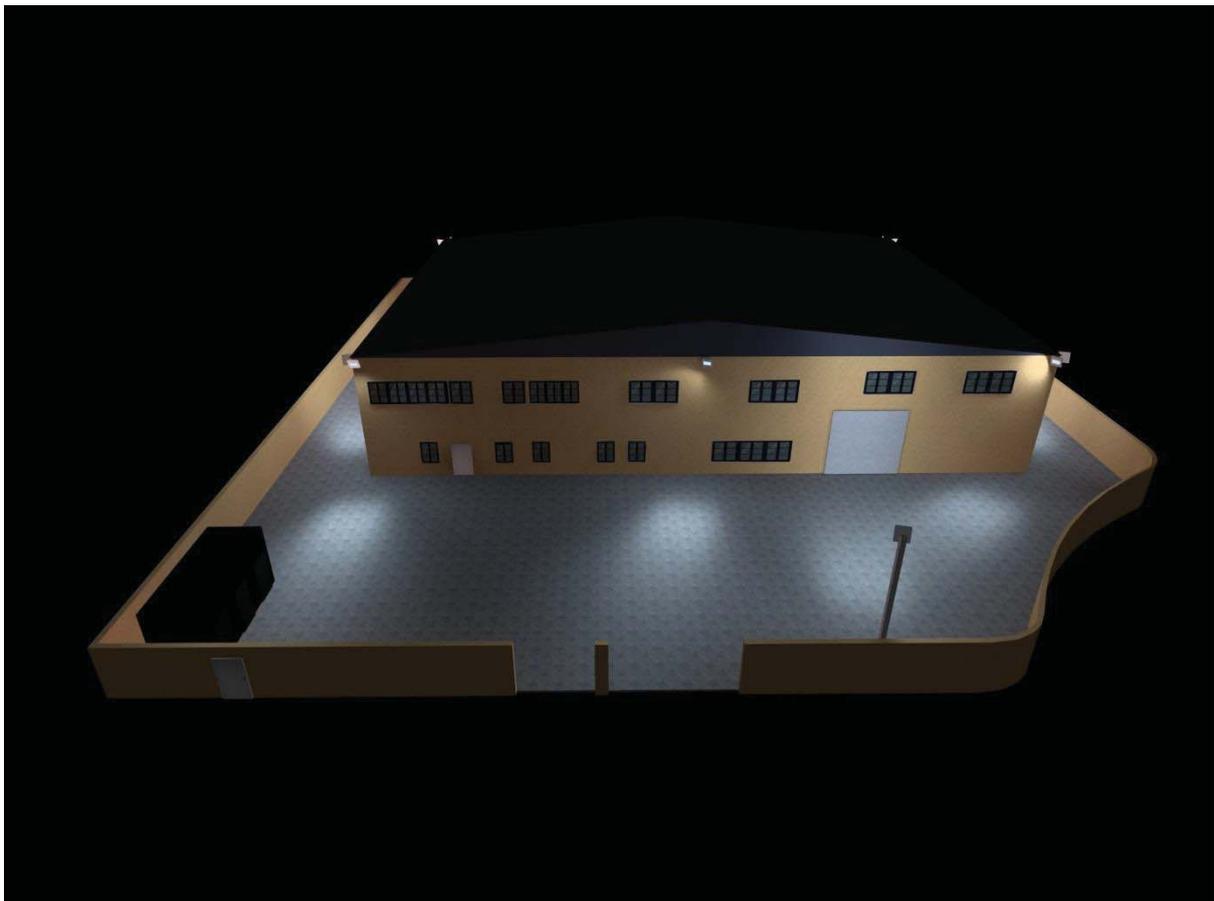


Escala: 1: 500

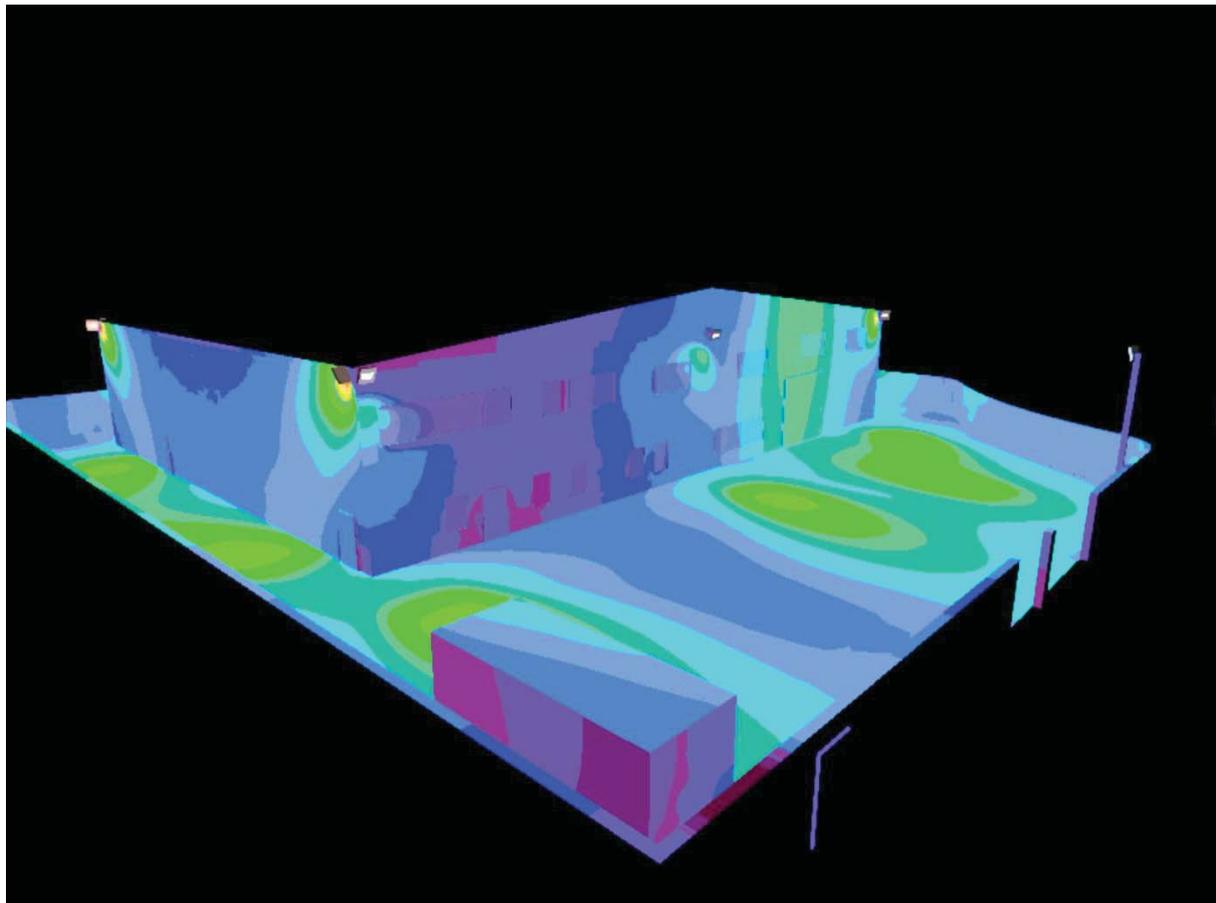
**Intensidad lumínica perpendicular (Trama)**

Media (real): 93 lx, Min: 13 lx, Max: 294 lx, Mín./medio: 0.140, Mín./máx.: 0.044,

- **Rendering (procesado) en 3D**



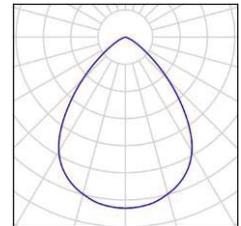
- **Rendering (procesado) de colores falsos**



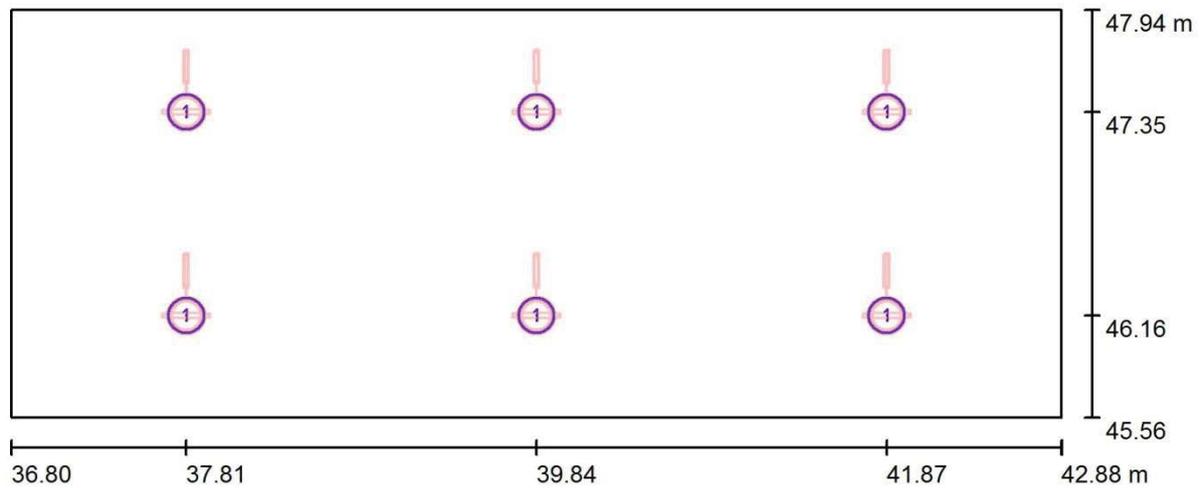
## 6. Centro de transformación.

- **Lista de luminarias**

6 Piezas Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C



- **Ubicación:**

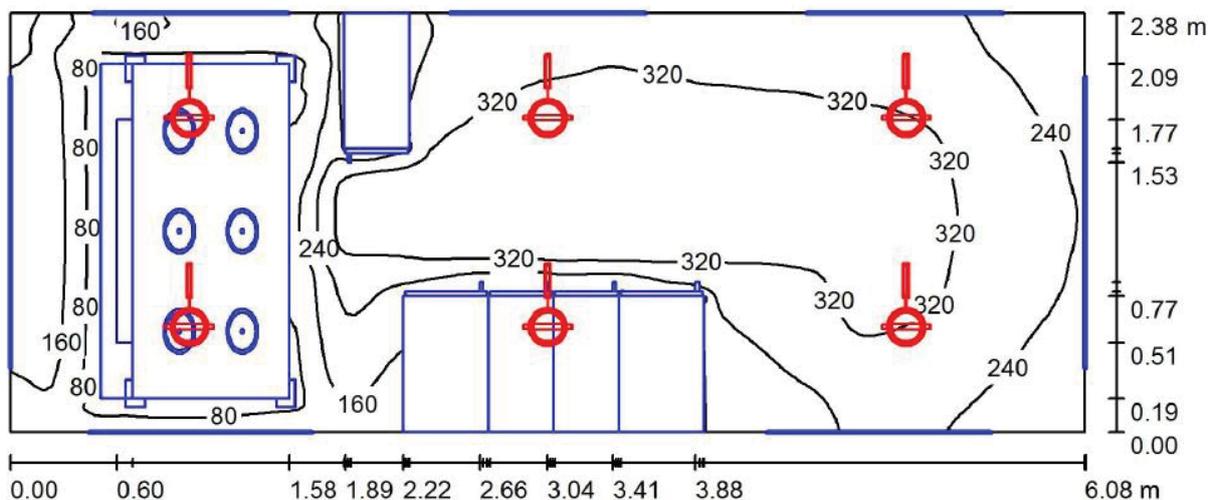


Escala 1:43

### Lista de piezas - Luminarias

N	Pieza	Designación
1	6	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C

- Resultados luminotécnicos



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Superficie	[%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} /$
Plano útil	/	255	20	397	0.080
Suelo	54	127	1.53	252	0.012
Techo	70	64	27	133	0.418
Paredes (6)	54	75	0.82	404	/

**Plano útil:** 0.850 m  
 Trama: 128 x 128  
 Zona marginal: 0.00 puntos.

### Lista de piezas – Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	(Luminaria) [lm] [lm]	(Lámparas) P [W]
1	6	DN570B 1xLED12S/827 PSED-E C	1200	11.6

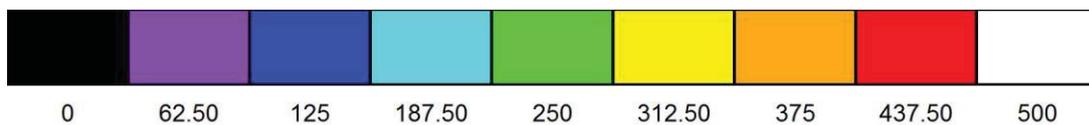
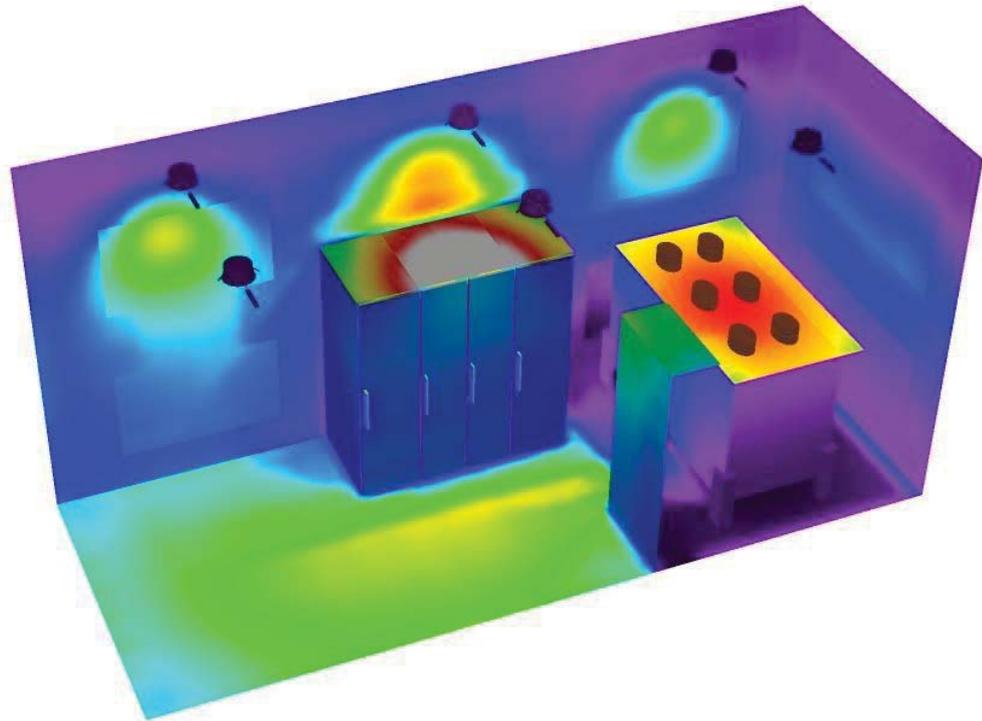
**Total: 7200 69.6**

Valor de eficiencia energética:  $4.81 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.47 \text{ m}^2$ )

- **Rendering (procesado) en 3D**



- **Rendering (procesado) de colores falsos**



lx

## ANEXO 2. Puerta enrollable.

Las características de la puerta enrollable se describen a continuación:

### Puerta Contrapesada plegable automática modelo CP 10 .



La tradicional puerta contrapesada, ha dado un paso tecnológico decisivo. Presentamos la nueva versión que cumple con los requerimientos de la Normativa UNE-EN 13241-1.

A su resistencia (estructura tubular soldada, con tratamiento galvanizado) y su sencilla mecánica, unimos los equipamientos de seguridad que la sitúan al nivel más competitivo del mercado.

**Es la solución ideal para grandes dimensiones y gran capacidad de maniobras.**

Ofrecemos un moderno diseño con multitud de posibilidades (panel de fachada, chapa industrial en diferentes colores, montantes con barrotes, puerta peatonal, etc.)

Cumple con la  
Normativa  
UNE-EN 13241-1



- Bastidores tubulares de nuevo diseño, con perfilado especial de doble acanaladura (rigidez y posibilidad de colocación de Juntas o Burletes).
- Juntas de EPDM perimetrales en vez de cubrejuntas de Chapa, consiguiendo seguridad al no llevar aristas cortantes, mas estética, estanqueidad y ajuste al hueco.
- Guías diseñadas con aristas curvas, consiguiendo los requisitos de la nueva normativa:
  - evitar corte por cizallamiento.
  - evitar la salida de los patines o roldanas. Incluyendo placa de anclaje al suelo.
- Sistema de seguridad anti-caída, conjunto de resortes que se enclavan contra las paredes de la guía deteniendo la caída de la puerta en caso de rotura o movimiento incontrolado.



- Cierre bilateral mediante cerrojos atomillados con alojamiento diseñado para apriete.



- Poleas con doble soporte, ajuste y amarre con tornillería y placa de anclaje a obra.
- Bisagras, tacos de giro y cabezales con perfiles de amarre y atomillados, mejor ajuste evitando soldaduras y pinturas de imprimación.

- Sistema de contrapesos pensado para evitar cubrejuntas y fabricación a medida en ancho y alto.
- Puerta preparada para automatizar, siendo esta la puerta ideal para alta maniobrabilidad.
- Fabricada según la nueva normativa europea EN-13241-1, con marcado CE, y testado por el organismo notificado Cidemco, obligatoria desde mayo de 2005

Nueva version de Puerta Contrapesada: Calidad y Seguridad con argumentos



Bisagra atorillada de elevada robustez con encajes de seguridad



Sistema de seguridad anticaída según normativa europea



Tacos de giro atronillados, sin soldadura, con refuerzos y mecánicamente ajustables

Automatismos

Ofrecemos las siguientes alternativas, todas ellas disponibles con el marcado CE para uso comunitario e industrial:

**HOMBRE PRESENTE**  
**Automatismo HPT20**  
 De 20 a 40 m<sup>2</sup>  
 (hasta 8 m de ancho máximo)

Motor TRIFÁSICO (monofásico opcional)  
 NA 9.24 S2K 25,4 de 400 V  
 • Tensión de control 24 Volt.  
 • Factor de Marcha : S3 – 20%  
 • Par de motor: 90 Nm, rpm 24/min  
 • Potencia: 0.37 Kw  
 • Grado Protección: IP54  
 Conector CE con cable de conexión de 1 m

Cuadro TS 970, con final de carrera digital  
 • Función apertura – parada – cierre  
 + Cadena manual de emergencia  
 + Transmisión por cadena (instalado en la puerta)  
 + Puertas ancho > 4500 mm transmisión adicional por barra



**IMPULSO**  
**Accionamiento 553/652/653**  
 (Seguro anti-aplastamiento)

Transmisión por correa o cadena de tipo lateral (instalado en la puerta)  
 Con cuadro de maniobras, Receptor  
 2 emisores bicanales keelog.

**Automatismo IT20**  
 De 21 a 40 m<sup>2</sup>  
 (hasta 8 m de ancho máximo)

Motor TRIFÁSICO NA 9.24 S2K 25,4 de 400 V  
 equipado con :  
 Protección del borde inferior (OBLIGATORIO)  
 - JUEGO DE OPTOSENSORES + CAJA Y CABLE ESPIRAL  
 + BANDA INFERIOR DE GOMA (PARA OPTOSENSORES)

**Automatismo HPT40**  
 Mayor de 40 m<sup>2</sup>

Motoreductor de fi CV de 380 V  
 Cuadro NA6.1, con botonera triple apertura – parada – cierre  
 Transmisión por cadena (instalado en la puerta)  
 Puertas ancho > 4500 mm transmisión adicional por barra



Cuadro TS 970, con final de carrera digital  
 Ofrece múltiples posibilidades de programación y conexión de accesorios o coordinación con otros equipos (muelles de carga...)



Junta de goma y burletes inferiores de seguridad

### **ANEXO 3. Características de los tipos de conductores elegidos.**

Las características de los tipos de conductores elegidos se describen a continuación:

#### **RZ1-K (Tensión 0,6/1 kV).**



El cable cero halógenos RZ1-K (AS) es un cable de alta seguridad. En caso de incendio no emite sustancias tóxicas ni gases corrosivos, por lo que protege la salud pública y evita posibles daños a los equipos electrónicos. Por esta razón se recomienda su uso en lugares públicos como: hospitales, escuelas, museos, aeropuertos, estaciones de autobús, comercios en general, túneles, metros, etc. así como en centros de cálculo, oficinas, plantas de producción, laboratorios, etc.

Los gases y ácidos emitidos por la combustión de un cable conteniendo halógenos son altamente tóxicos para las personas expuesta a estos gases, con un posible resultado de muerte debido al envenenamiento. El cable RZ1-K (AS) no emite ninguna de estas sustancias, con lo que mejora la seguridad general de la instalación.

El ácido clorhídrico (HCl) desprendido durante la combustión de un cable conteniendo halógenos es altamente corrosivo y afecta seriamente a los equipos electrónicos y a los ordenadores. El cable RZ1-K (AS) no emite ácido clorhídrico (HCl), evitando este tipo de daño.

Este cable evita la pérdida de visibilidad debida al humo producido por la combustión, por lo que facilita la evacuación de las personas y el trabajo del personal de rescate.

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una gran transmisión de potencia así como una mayor resistencia a sobrecargas. Adicionalmente, alcanza una temperatura máxima de servicio del conductor de 90 °C (vs. 70 °C en los cables tipo NYY, VV, N1VV-K).

La cualidad de no propagación del incendio de los cables RZ1-K (AS) evita desastres y contribuye a mejorar la seguridad general de la instalación.

El cable RZ1-K (AS) no contiene ningún material halogenado, evitando la emisión de dioxinas a la atmósfera.

**Características técnicas:**

- Conductor de cobre electrolítico recocido, clase 5 según IEC 60228.EN 60228 /IEC 602.
- Aislamiento polietileno reticulado XLPE tipo DIX 3 según norma UNE HD 603-1 tabla 2A.
- Tensión nominal máxima 0,6/1 KV.
- La identificación normalizada, según HD 308, es por colores.
- Temperatura máxima 90°.
- Construcción según norma UNE 21.123-4

## HO7Z-K (Tensión 450/750V).

### EXZHELLENT-D H07Z-K

TENSIÓN: 450/750 V



#### NORMAS

UNE-EN 50525-3-41 (HD 22.9) - Norma constructiva  
UNE-EN 60332-1-2 - No propagador de la llama  
UNE-EN 60332-3-24 - No propagador del incendio  
UNE-EN 50267 - Baja acidez y corrosividad de los gases emitidos  
UNE-EN 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos

#### CONSTRUCCIÓN

##### CONDUCTOR:

Cobre estañado, flexible clase 5

##### AISLAMIENTO:

Elastómero reticulado libre de halógenos

#### APLICACIONES Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Cableado de cuadros, paneles eléctricos y centralización de contadores en viviendas.

Cable de Alta Seguridad (AS).

Opción disponible con hilos de cobre sin estañar.

Temperatura máxima de servicio 90 °C.

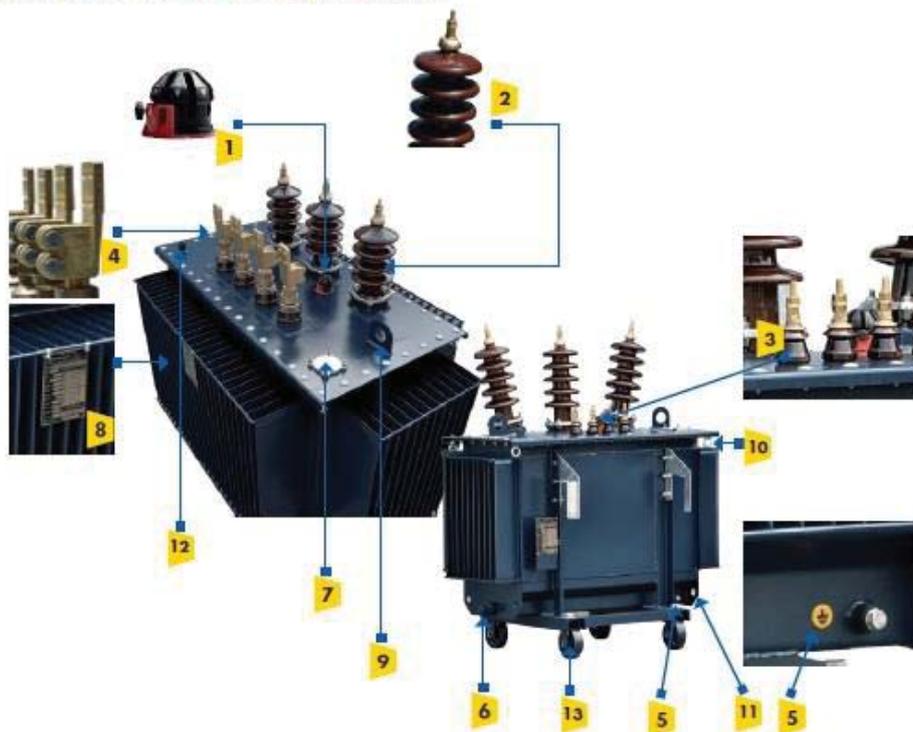
Producto certificado con la marca de calidad AENOR HAR.



## ANEXO 4. Características del tipo de transformador elegido.

Las características del tipo de transformador elegido se describen a continuación:

### Equipamiento de serie UNE-21428



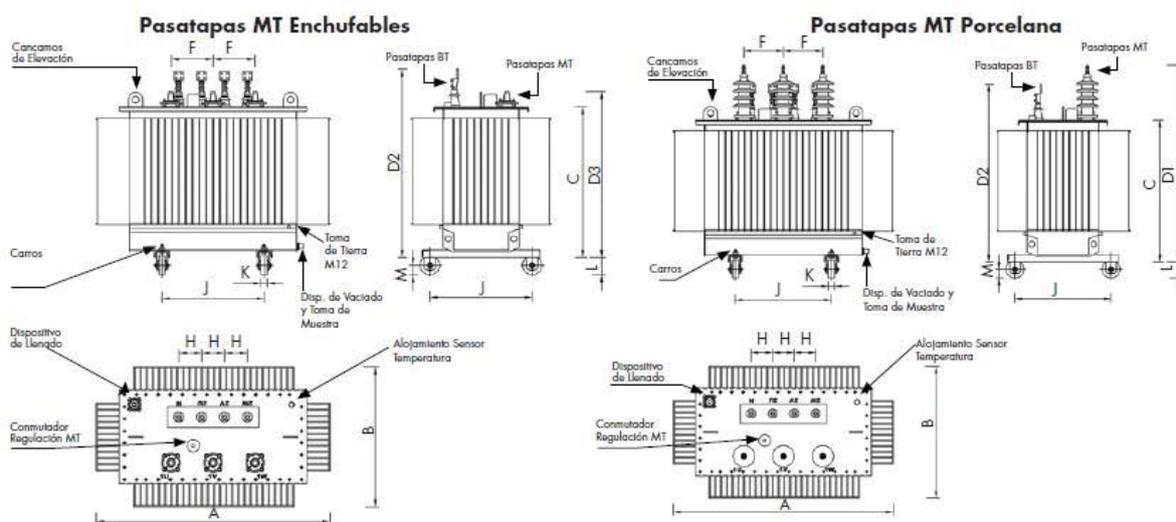
Aceite mineral aislante no inhibido		UNE-EN 60296
1. Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión)		UNE-EN 60214
Conmutador de cambio de tensión sobre tapa para los transformadores de doble tensión primaria (maniobrable sin tensión)		UNE-EN 60214
2. Pasatapas MT de porcelana		UNE-EN 50180
3. Pasatapas BT de porcelana		UNE-EN 50386
4. Terminales planos de conexión BT	≥630 kVA	
5. 2 Terminales de tierra en la cuba		UNE-EN 50216-4
6. Dispositivo de vaciado y toma de muestras.		UNE-EN 50216-4
7. Dispositivo de llenado		UNE-21428
8. Placa de características		UNE-21428
9. 2 Cáncamos de elevación		UNE-21428
10. 4 Cáncamos de arriostamiento		UNE-21428
11. 4 Dispositivos de arrastre		UNE-21428
12. Dispositivo para alojamiento de termómetro		UNE-EN-50216-4
13. Ruedas	≥250 kVA	UNE-EN-50216-4

## Tipos de transformadores

Características 24 kV:  $D_0 C_k (AB')$

Desde 250 hasta 5000 kVA • Nivel de Aislamiento 24 kV

Transformadores Sumergidos en Dieléctrico Líquido



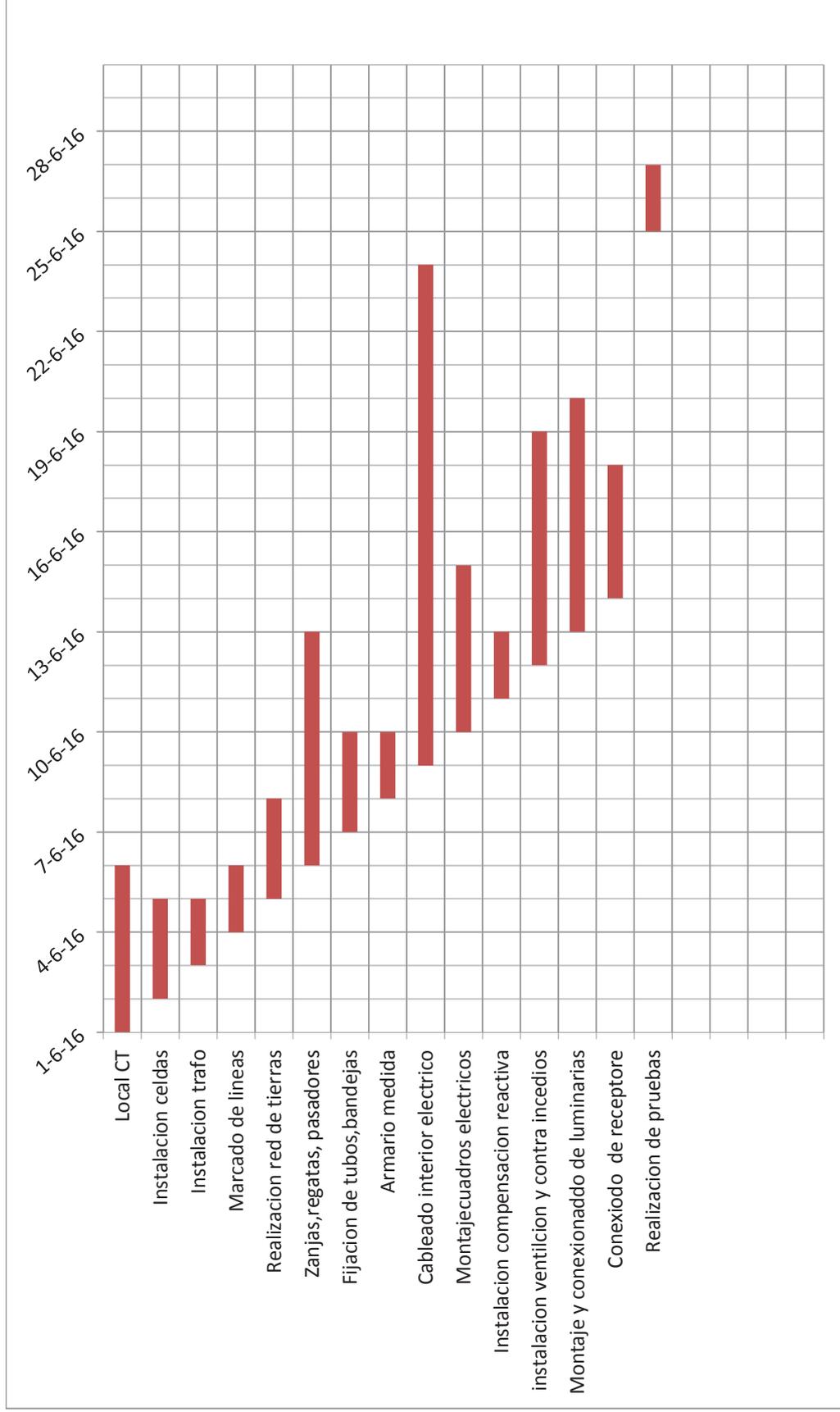
Características eléctricas		24 kV: D <sub>0</sub> C <sub>K</sub> (AB')										
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500(*)	
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	20										
	Secundaria en vacío [V]	420										
Grupo de Conexión		Dyn11										
Pérdidas en Vacío - P <sub>0</sub> [W]	Lista D <sub>0</sub>	530	750	880	1030	1150	1400	1750	2200	2700	3200	
Pérdidas en Carga - P <sub>k</sub> [W]	Lista C <sub>k</sub>	3250	4600	5500	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500	
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	
Nivel de Potencia Acústica L <sub>WA</sub> [dB]	Lista D <sub>0</sub>	60	63	64	65	66	68	69	71	73	76	
Caída de tensión a plena carga (%)	cos φ = 1	1.37	1.22	1.16	1.11	1.19	1.22	1.25	1.24	1.22	1.23	
	cos φ = 0.8	3.33	3.25	3.21	3.17	4.44	4.47	4.49	4.48	4.47	4.47	
Rendimiento (%)	CARGA 100%	cos φ = 1	98.51	98.68	98.75	98.82	98.86	98.82	98.79	98.81	98.83	98.83
		cos φ = 0.8	98.15	98.36	98.44	98.53	98.58	98.53	98.50	98.52	98.54	98.54
	CARGA 75%	cos φ = 1	98.76	98.90	98.96	99.02	99.06	99.04	99.01	99.03	99.04	99.04
		cos φ = 0.8	98.45	98.63	98.70	98.78	98.83	98.80	98.77	98.79	98.81	98.81

Dimensiones [mm]											
Potencia asignada [kVA]		250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)		1376	1537	1622	1622	1932	1997	2007	1922	1965	2093
B (Ancho)		930	941	962	962	1161	1200	1200	1224	1277	1487
C (Alto a tapa)		915	1004	1026	1092	1112	1158	1230	1517	1715	1737
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)		1300	1389	1411	1477	1497	1543	1615	1902	2100	2122
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)		1004	1093	1115	1181	1201	1247	1319	1606	1804	1826
D2 (Alto a BT con Palas)		1149	1238	1287	1353	1445	1491	1563	1886	2084	2167
F (separación MT)		275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
H (separación entre BT)		150	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)		670	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (ancho rueda)		40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (diámetro rueda)		125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)		110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Volumen Aceite [Litros]		260	330	390	410	510	530	540	1000	1200	1400
Peso total [Kg]		1010	1330	1600	1750	2250	2430	2750	3850	4750	5350

**ANEXO 5. Planificación del proyecto.**

Trabajos	Fecha de inicio	Duración	Fecha a terminar
Local CT	01/06/2016	5	06/06/2016
Instalación celdas	02/06/2016	3	05/06/2016
Instalación transformador	03/06/2016	2	05/06/2016
Marcado de líneas	04/06/2016	2	06/06/2016
Realización red de tierras	05/06/2016	3	08/06/2016
Zanjas, regatas, pasadores	06/06/2016	7	13/06/2016
Fijación de tubos, bandejas	07/06/2016	3	10/06/2016
Armario medida	08/06/2016	2	10/06/2016
Cableado interior eléctrico	09/06/2016	15	24/06/2016
Montaje cuadros eléctricos	10/06/2016	5	15/06/2016
Instalación compensación reactiva	11/06/2016	2	13/06/2016
instalación ventilación y contra incendios	12/06/2016	7	19/06/2016
Montaje y conexionado de luminarias	13/06/2016	7	20/06/2016
Conexión de receptores	14/06/2016	4	18/06/2016
Realización de pruebas	25/06/2016	2	27/06/2016

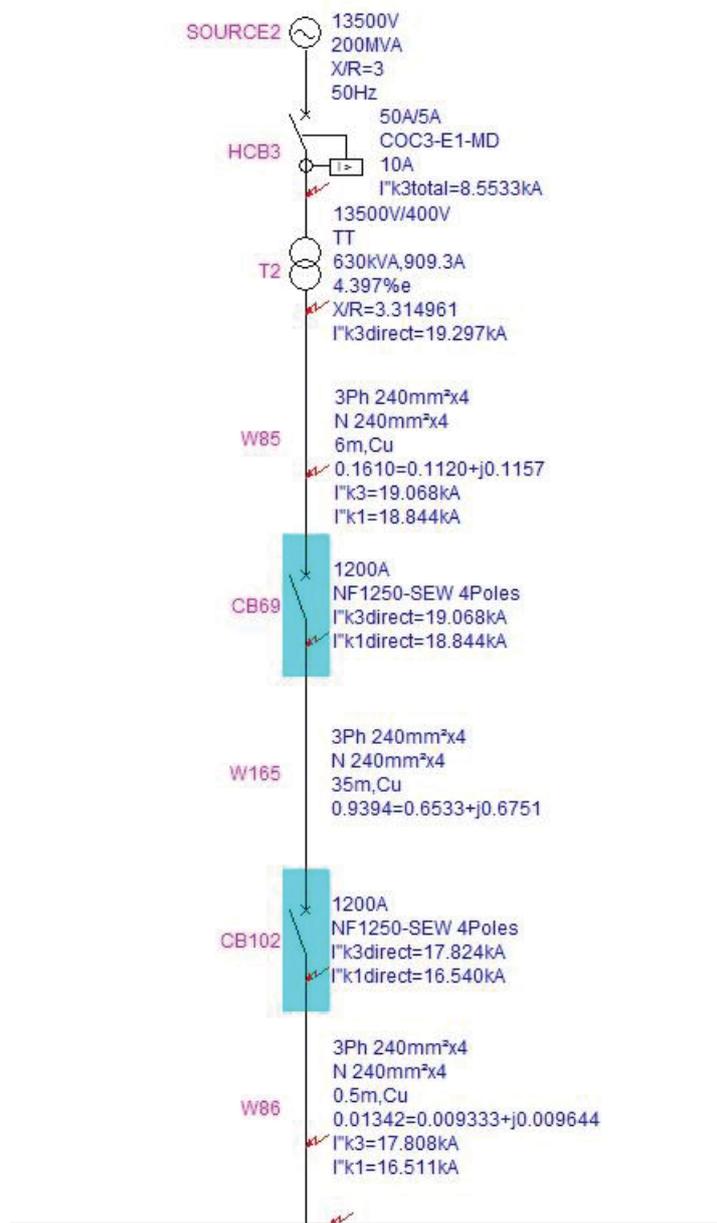


## ANEXO 6. Cálculo de la selectividad de los interruptores.

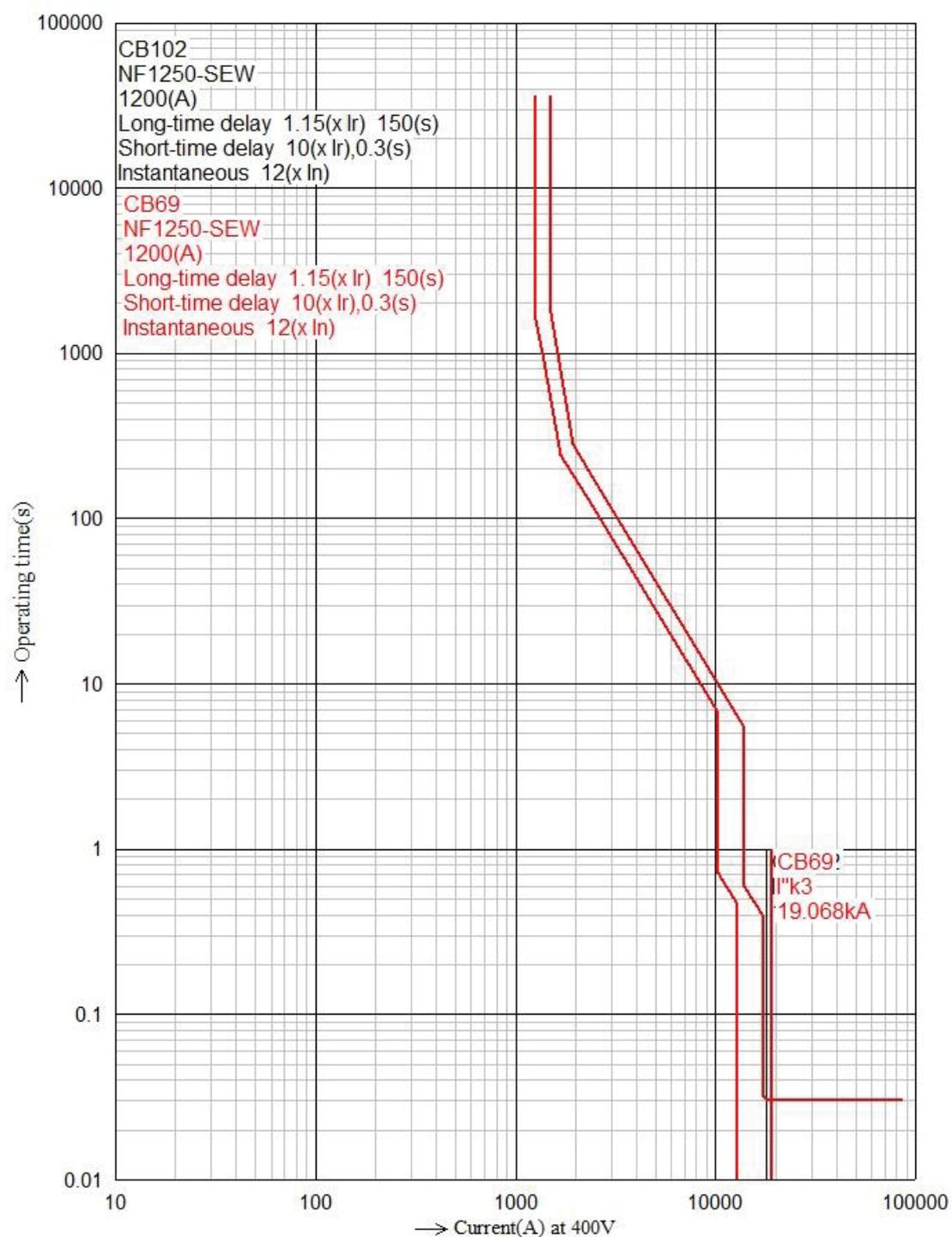
Con el presente estudio se ha pretendido calcular la correcta secuencia de disparo de los interruptores magnetotérmicos para el correcto funcionamiento de la instalación.

### Regulación de los interruptores regulables en serie del Cuadro de baja tensión del CTC al CGD.

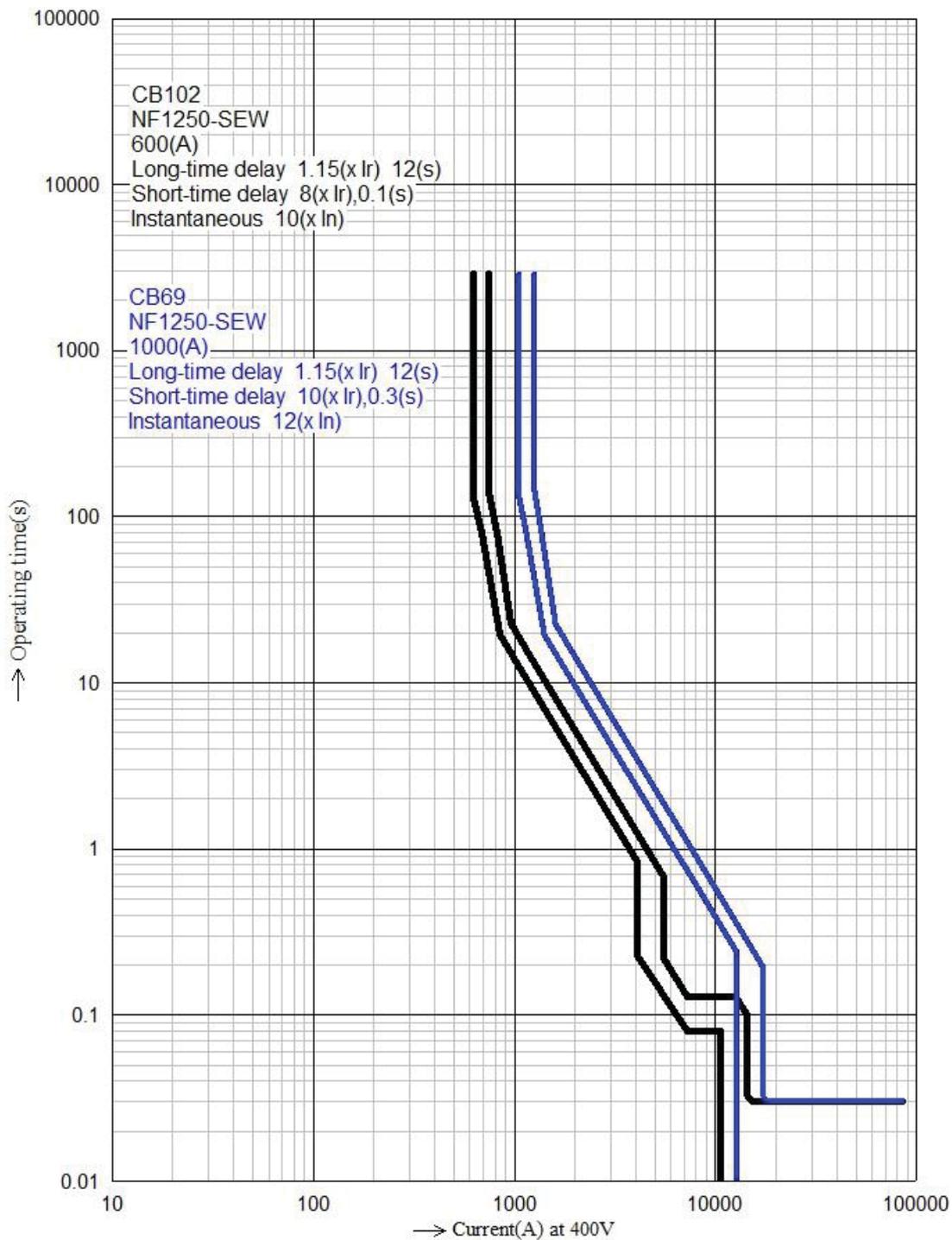
Ubicación en el esquema unifilar:



Regulación de fábrica:

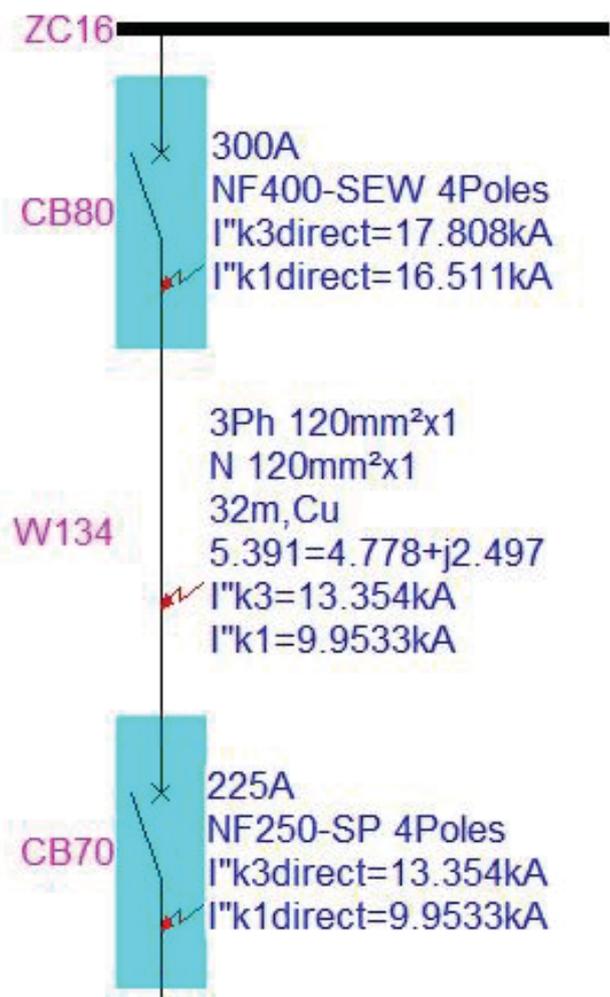


Correcta regulación:

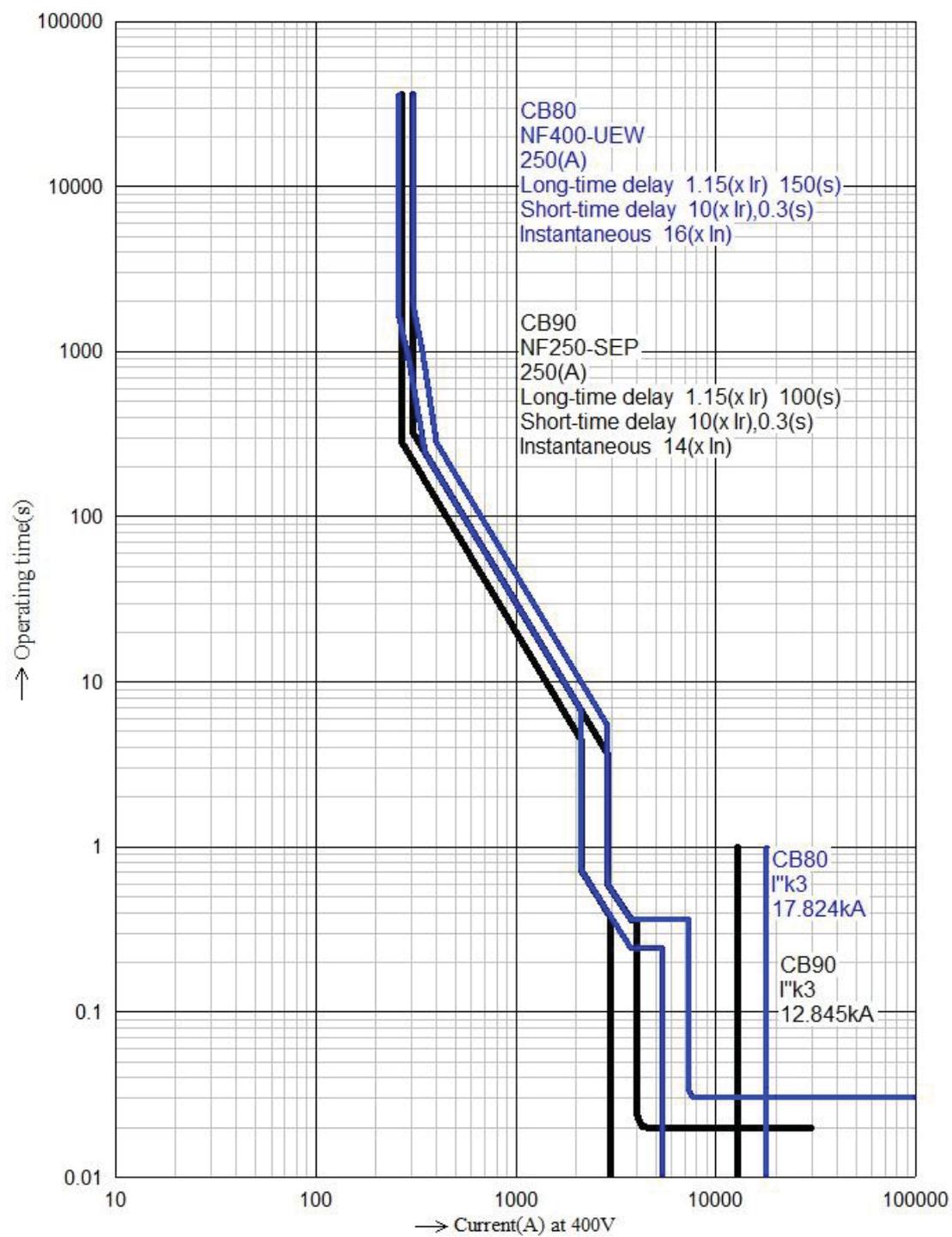


Regulación de los interruptores regulables en serie del CGD al cuadro auxiliar 1.

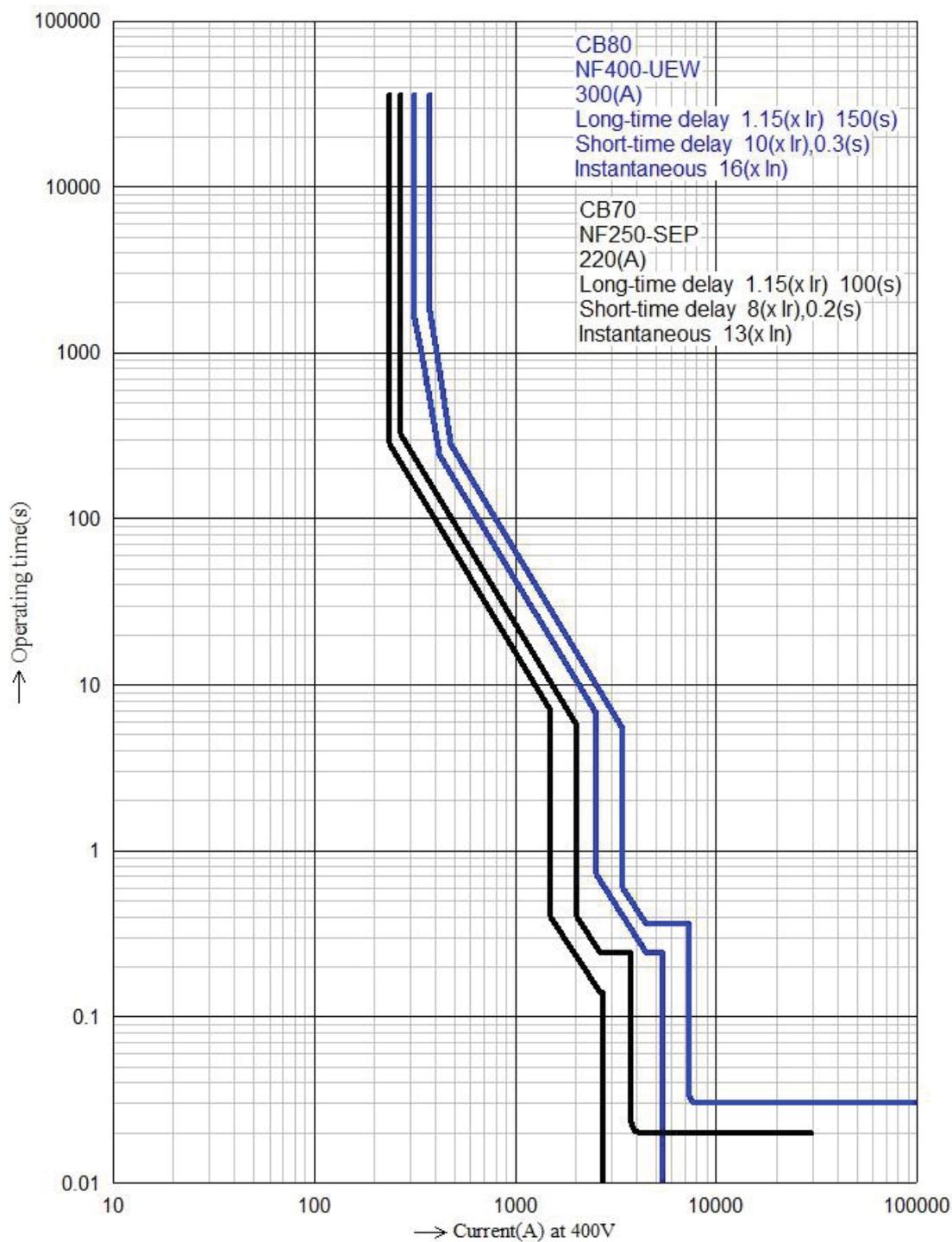
Ubicación en el esquema unifilar:



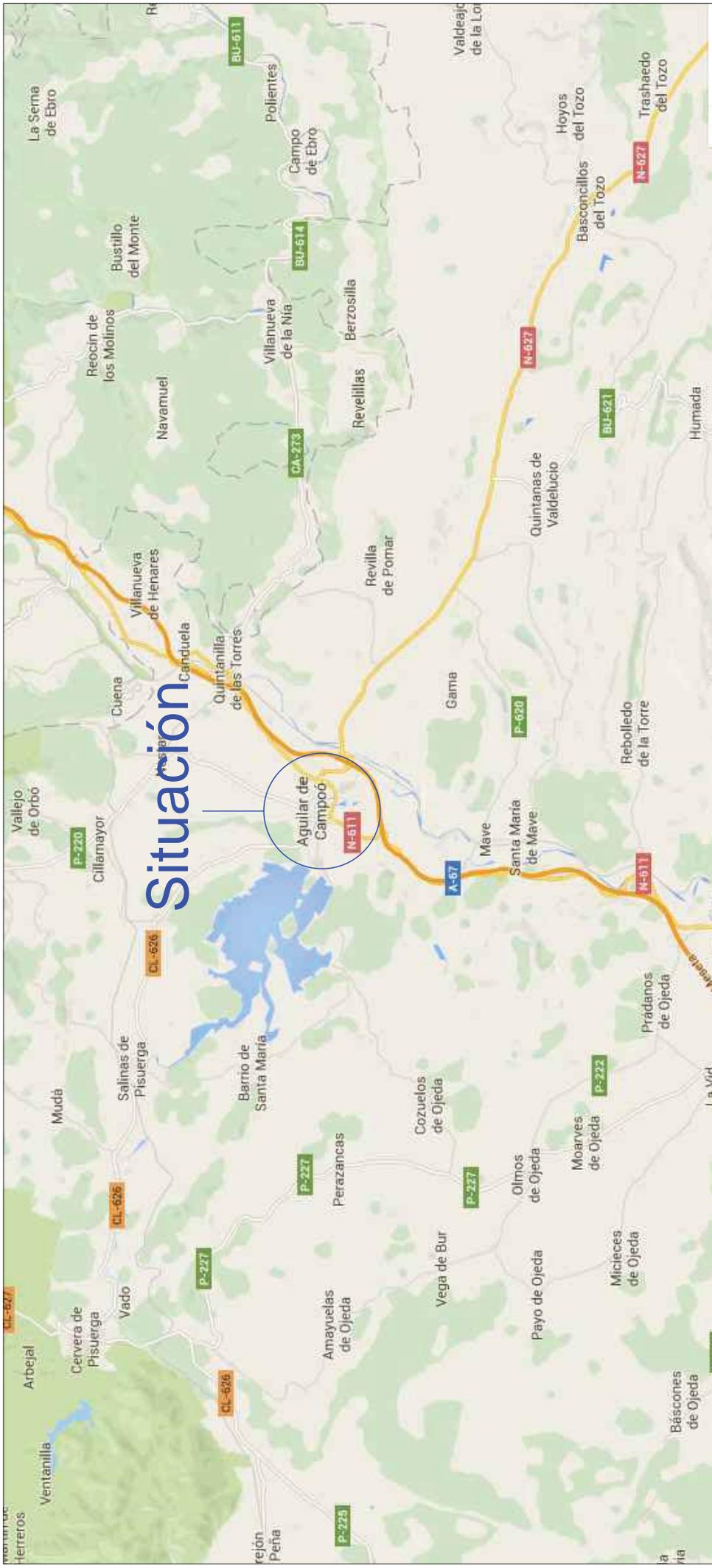
Regulación de fábrica:



Correcta regulación:



## **DOCUMENTO N°4: PLANOS.**



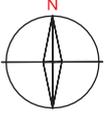
# Situación

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compedre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	
		PLANO: Situación polígono industrial 1	
		<i>Estado del documento</i> Editado	
		<i>Escala</i> 1:150000	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
		<i>Idioma</i> es	<i>Hoja</i> 1



# POLÍGONO INDUSTRIAL

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN	Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado	
		Escala 1:20000	
PLANO: Situación polígono industrial 2		Fecha de edición Mayo 2016	
		Idioma Español	
		Hoja 2	



# POLIGONO INDUSTRIAL

Parcela II12 Superficie m2 2371,44

N611

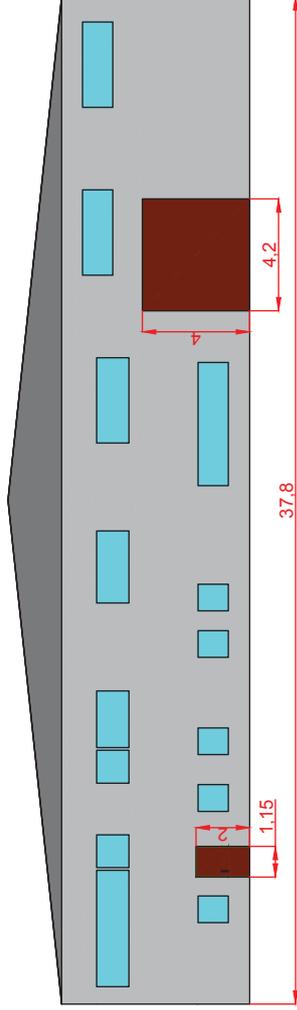
N 627



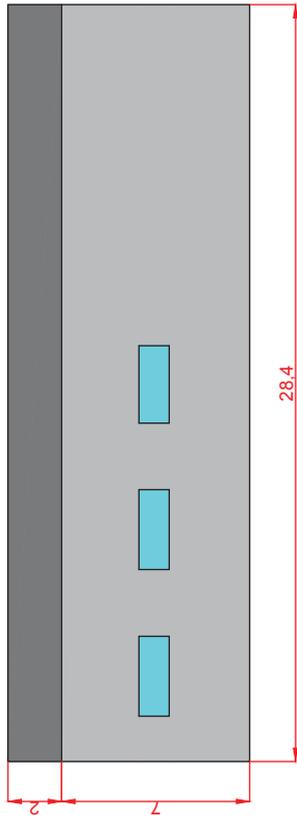
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		Estado del documento	
		Editado	
Tipo de documento		Conjunto	
PLANO: Emplazamiento de la nave		Escala 1:2000	
		Fecha de edición Mayo 2016	
		Idioma es	
		Hoja 3	



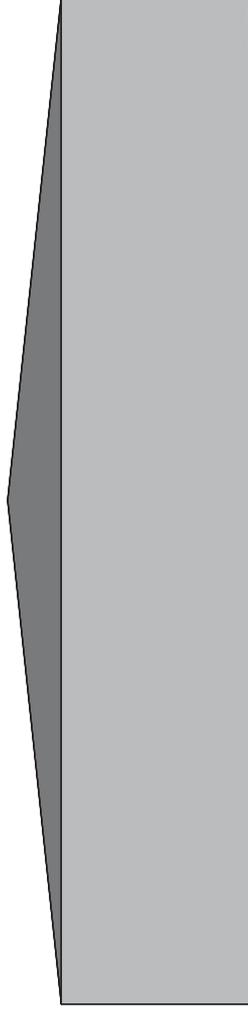
ALZADO PRINCIPAL



PERFIL LATERAL DERECHO



ALZADO POSTERIOR

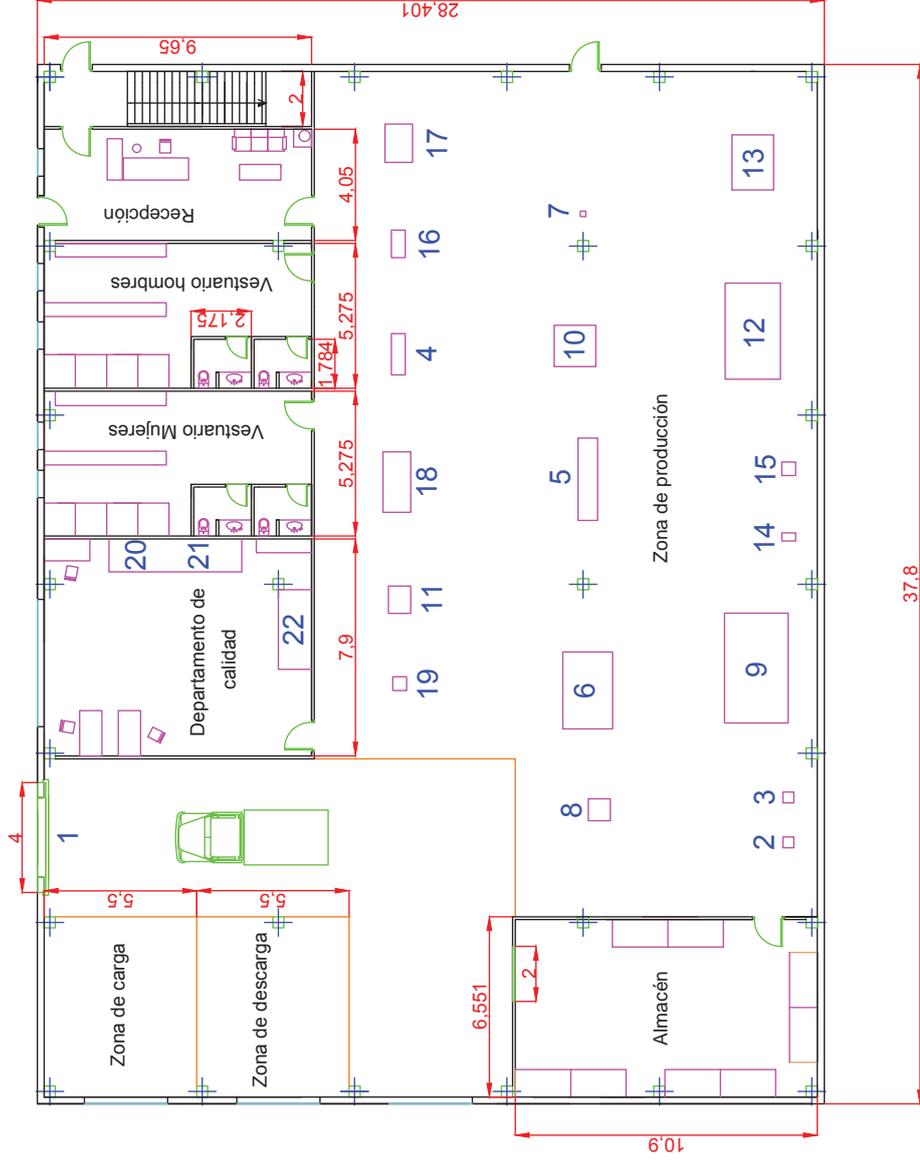


Cota: en metros

Departamento responsable <i>Ing. Eléctrica y Energética</i>	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado
PLANO: Alzado y cotas de la nave				
		Escala 1:200	Fecha de edición Mayo 2016	Idioma Español
		Hoja 5		

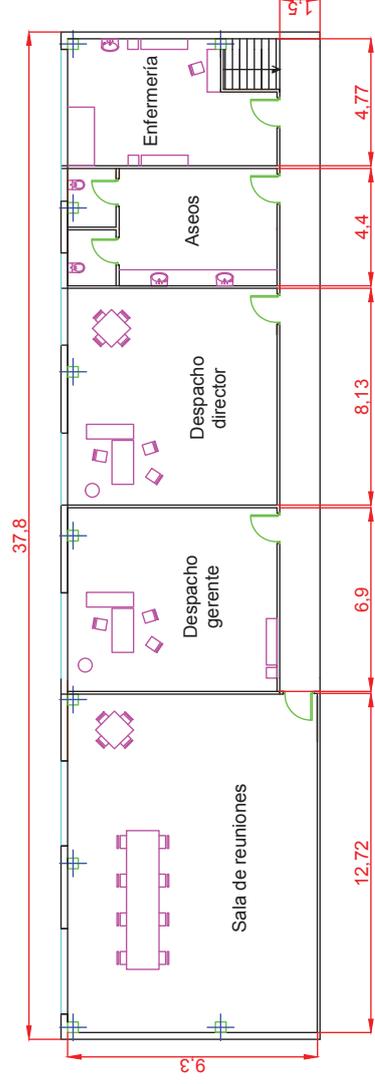
# LEYENDA

1. Puerta enrollable CP10PLEGABLE
2. Taladro de columna BF35TCR+L
3. Taladro de engranajes FTX32TEVARIO
4. Tronzadora de sierra de cinta FTX331HV/SA
5. Torno horizontal FTX-3000x660D2
6. Torno vertical CTV250LINEAR
7. Electroafiladora BF200T
8. Fresadora de torreta FTX4
9. Fresadora de bancada fija CF-25
10. Rectificadora cilíndrica C-600CNC
11. Rectificadora sup.planas S-60/40
12. Mandriladora TPX 6113
13. Electroerosión por hilo FA30-S Advance
14. Soldadura por hilo continuo MIG-MAG
15. Soldadura por electrodo MMA SC-505
16. Prensa mecánica de volante directo 63TM
17. Prensa mecánica de reducción de engranajes 125TM
18. Cizalla guillotina hidráulica PI41/100
19. Compresor de aire 1400/A
20. Roscadora 535F
21. Sierra HP-400F3
22. Esmeril G-232



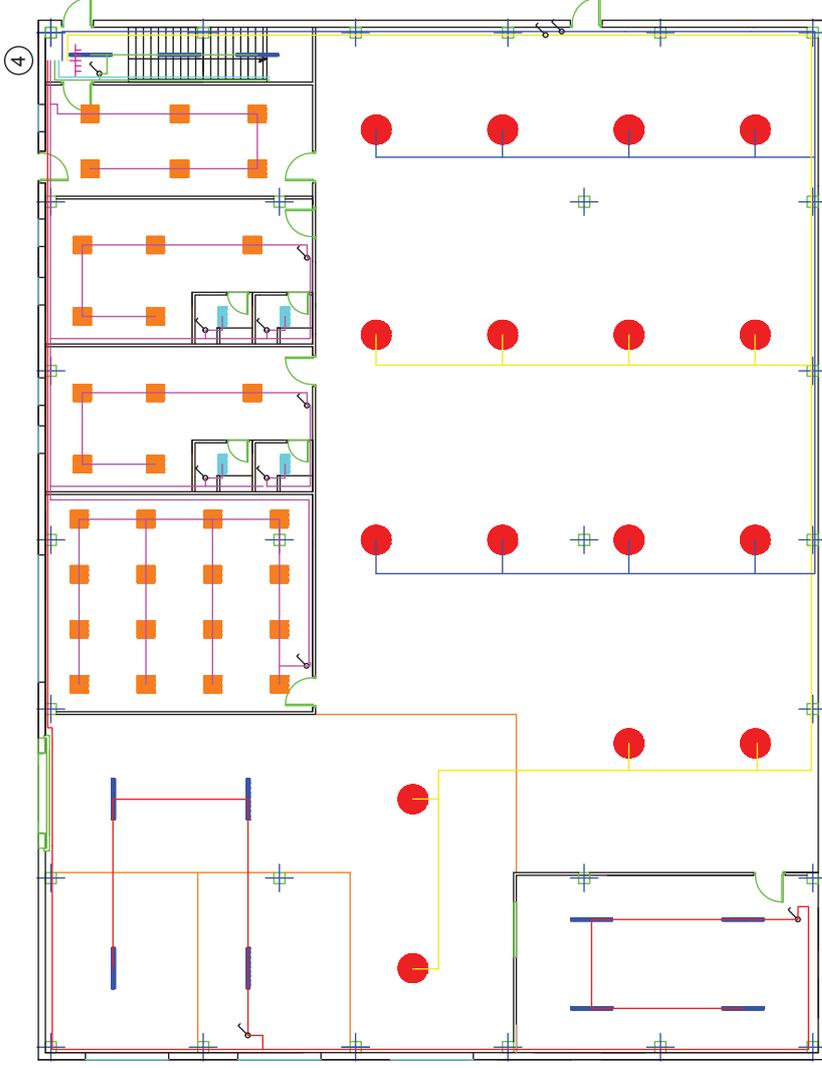
Cota: en metros

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	
		<i>Estado del documento</i> Editado	
PLANO: Distribución planta baja nave y maquinaria		<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
		<i>Idioma</i> es	<i>Hoja</i> 6



Cota: en metros

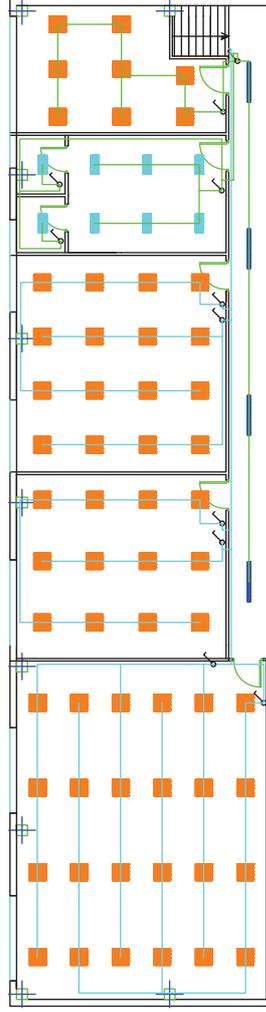
Departamento responsable <i>Ing. Eléctrica y Energética</i>	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado
		PLANO: Distribución planta alta nave		Escala 1:200
				Fecha de edición Mayo 2016
				Hojas 7



## LEYENDA

- Luminaria Tipo BY121P G2 1xLED205S/840 WB
- Luminaria Tipo WT460C L1600 1xLED64S/840 WB
- Luminaria Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840
- Luminaria Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED- E C
- Interruptor Unipolar
- Pulsador
- 4 Cuadro auxiliar 4
- Circuito nº 1
- Circuito nº 2
- Circuito nº 3
- Circuito nº 4
- Circuito nº 5
- Circuito nº 6

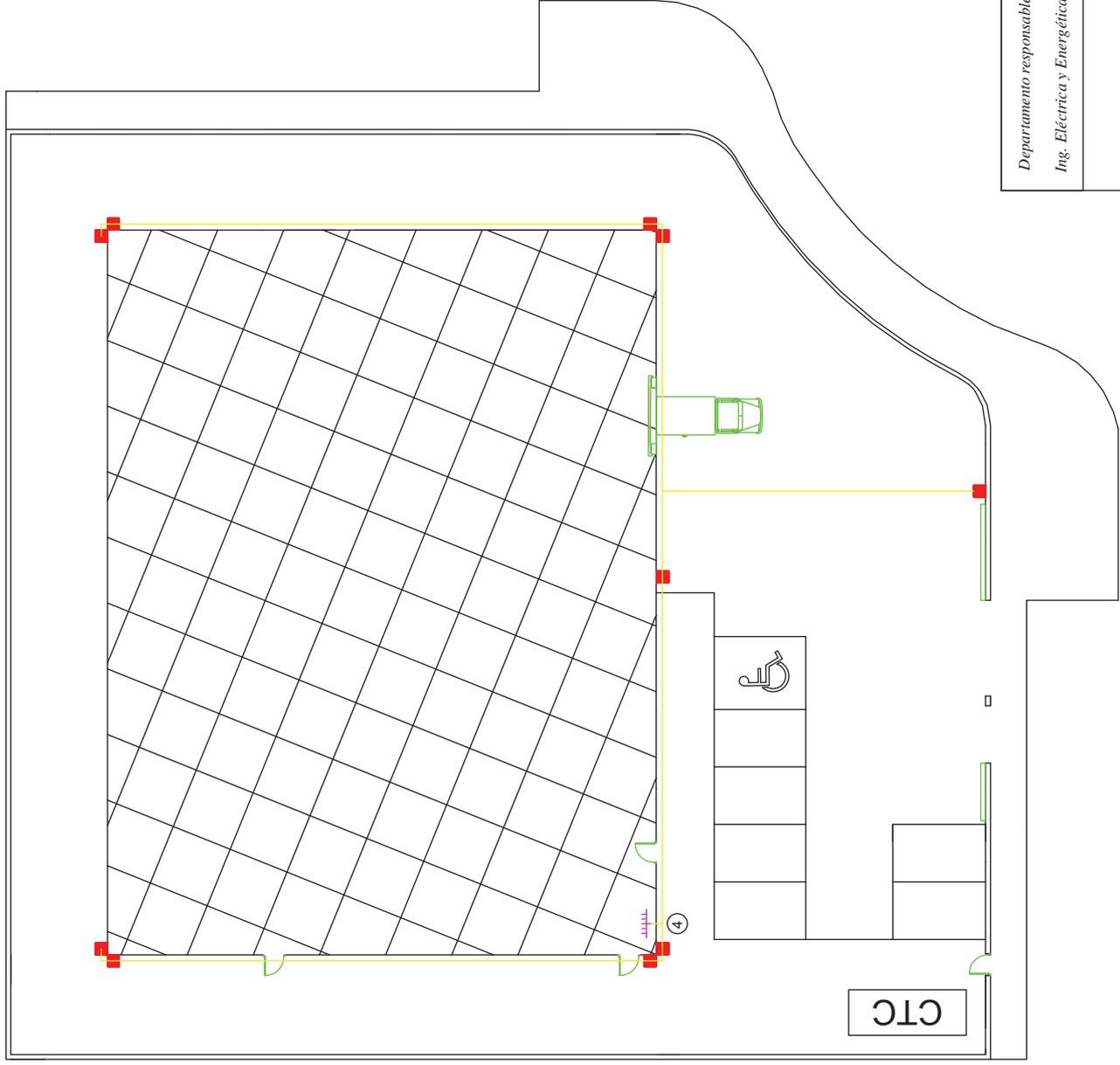
<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
<b>ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION</b>		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	<i>Estado del documento</i> Editado
		<b>PLANO:</b> Iluminación interior planta baja nave	
		<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
		<i>Idioma</i> es	<i>Hoja</i> 8



## LEYENDA

- Luminaria Tipo WT460C L.1600 1xLED64S/840 WB
- Luminaria Tipo RC125B W60L60 1xLED34S/840
- Luminaria Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED- E C
- Interruptor Unipolar
- Circuito nº 5
- Circuito nº 6

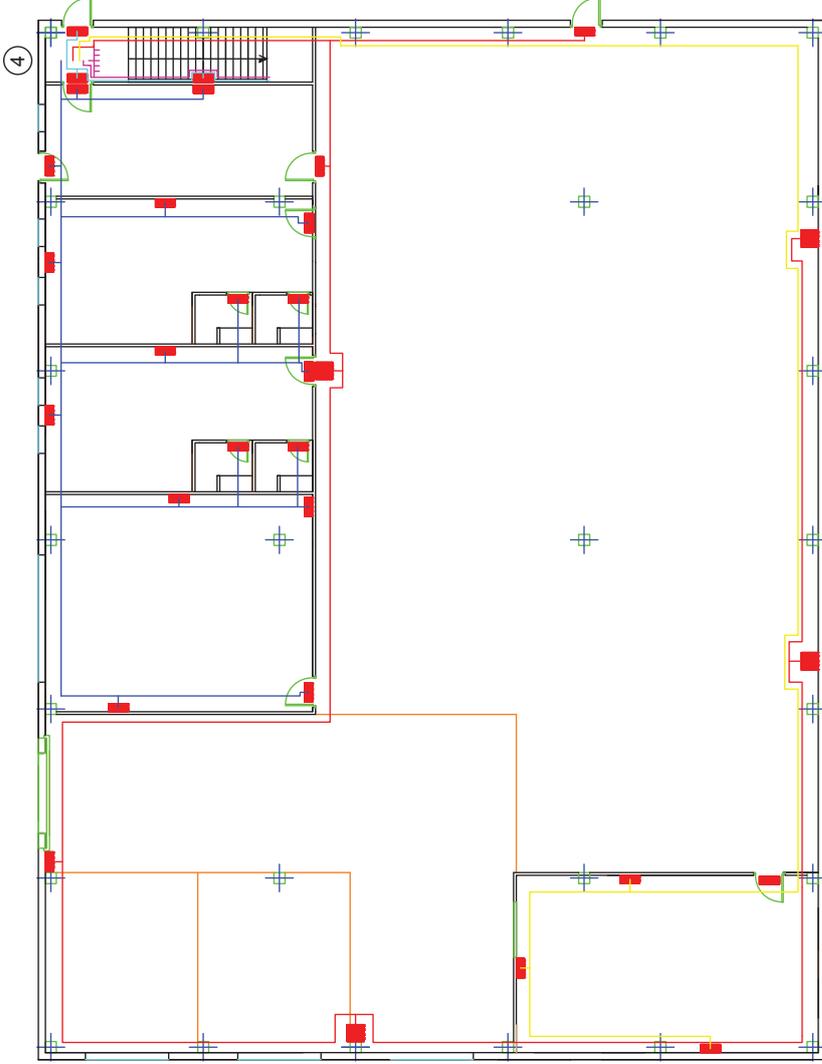
<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	
		<i>Estado del documento</i> Editado	
		PLANO: Iluminación interior planta alta nave	
		<i>Idioma</i> es	<i>Hoja</i> 9



**LEYENDA**

- Luminaria Tipo BVP650 G2 29K 1xECO/740 S
- ④ Cuadro auxiliar 4
- Circuito nº 7

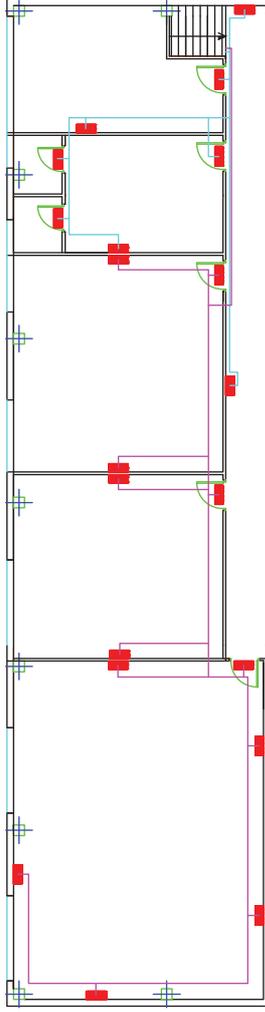
<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	<i>Estado del documento</i> Editado
PLANO: Iluminación exterior nave			
		<i>Escala</i> 1:250	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
		<i>Hojas</i> 10	



## LEYENDA

- Luminaria tipo Foco Proyector LED SD1156
- Luminaria Tipo EVOLUTION EVO-110
- ⋈ Cuadro auxiliar 4
- Circuito nº 13
- Circuito nº 14
- Circuito nº 15
- Circuito nº 16
- Circuito nº 17

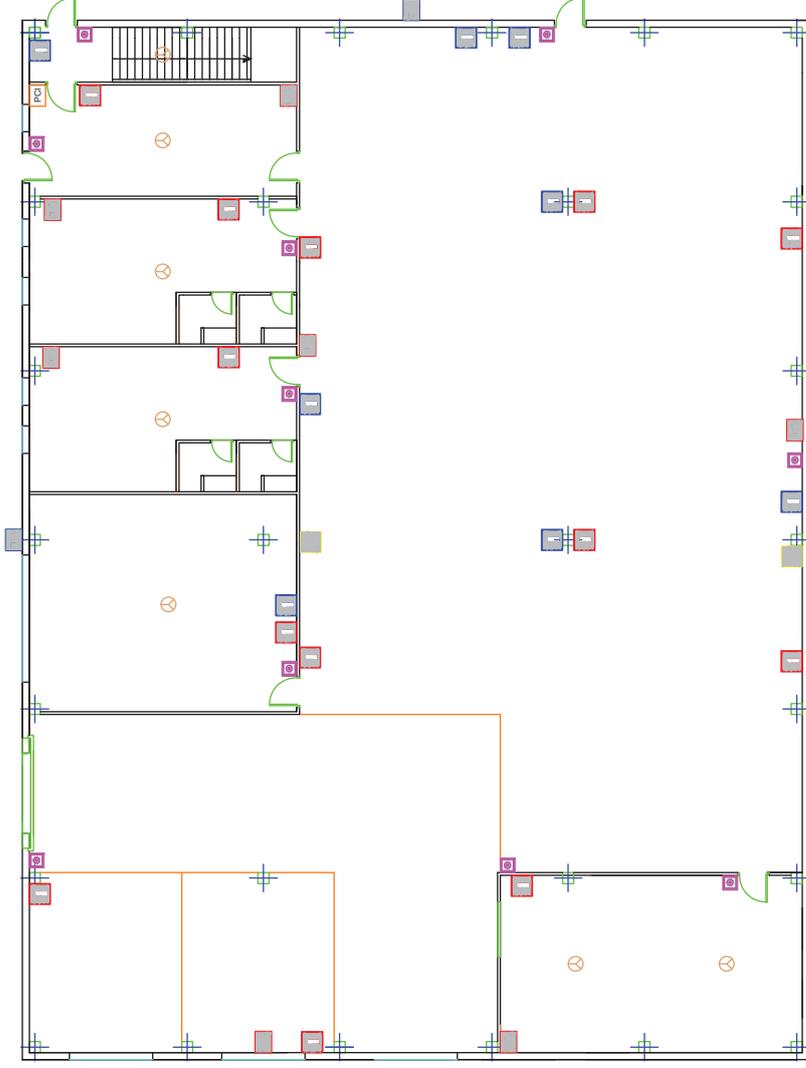
<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	
		<i>Estado del documento</i> Editado	
		PLANO: Circuito de emergencia y señalización planta baja nave	
		<i>Idioma</i> es	<i>Hoja</i> 11



### LEYENDA

- Luminaria Tipo EVOLUTION EVO-110
- Circuito nº 16
- Circuito nº 17

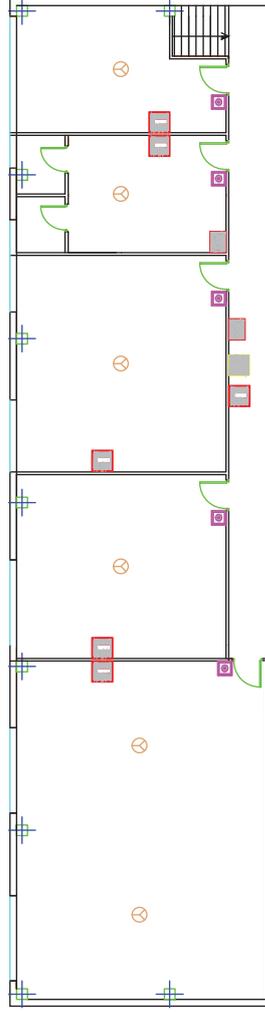
<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto	
		<i>Estado del documento</i> Editado	
PLANO: Circuito de emergencia y señalización planta alta nave		<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
			<i>Idioma</i> es
			<i>Hoja</i> 12



## LEYENDA

-  Pulsador de emergencia Tipo PFE-L/B
-  Detector de humos Tipo IDT-01
-  Alarma acústica interior Tipo ISA-02
-  Alarma acústica exterior Tipo IDT-01
-  PCI
-  Extintor Tipo ABC Eficacia 21A-113B-C
-  Extintor Tipo CO2 Eficacia 34B
-  Boca de Incendio Tipo STARV

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Tipo de documento Conjunto	Estado del documento Editado
		PLANO: Protección contra incendios planta baja nave	Escala 1:200
		Fecha de edición Mayo 2016	Hoja 13

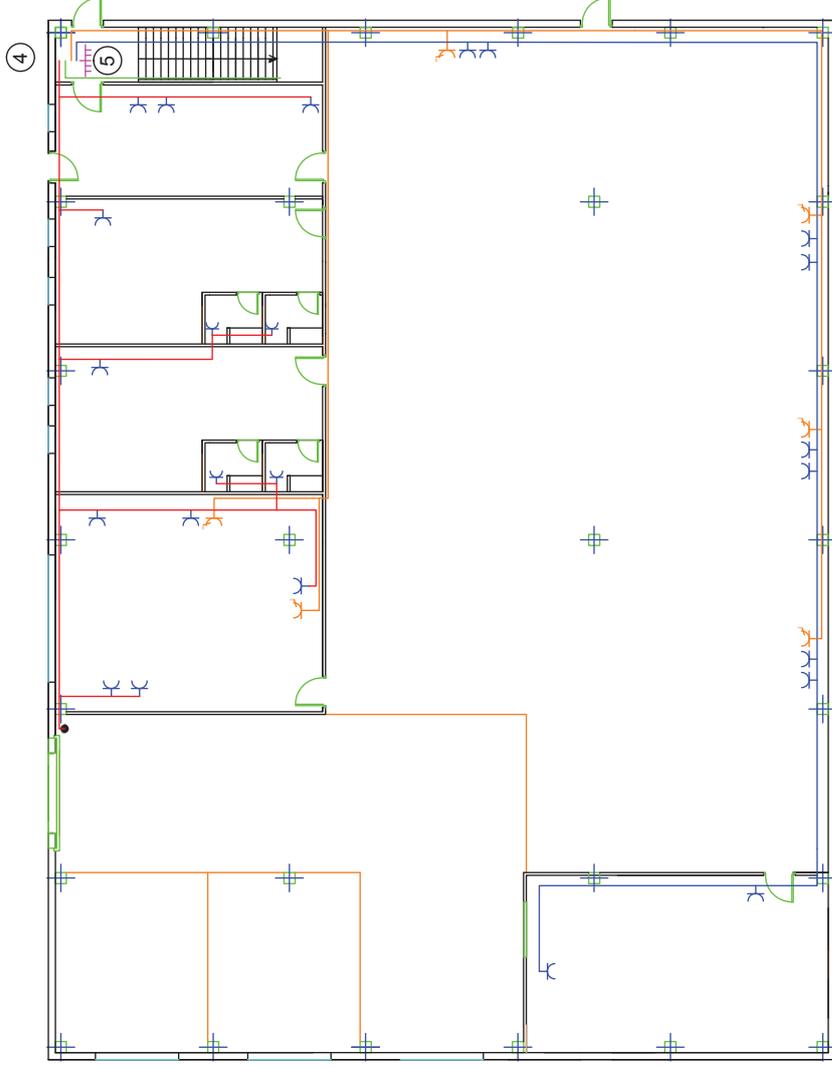


## LEYENDA

-  Pulsador de emergencia Tipo PFE-L/B
-  Detector de humos Tipo IDT-01
-  Alarma acustica interior Tipo ISA-02
-  Extintor Tipo ABC Eficacia 21A-113B-C
-  Boca de Incendio Tipo STARV

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto		<i>Estado del documento</i> Editado
		PLANO: Protección contra incendios planta alta nave		
			<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
			<i>Idiomas</i>	<i>Hoja</i> 14

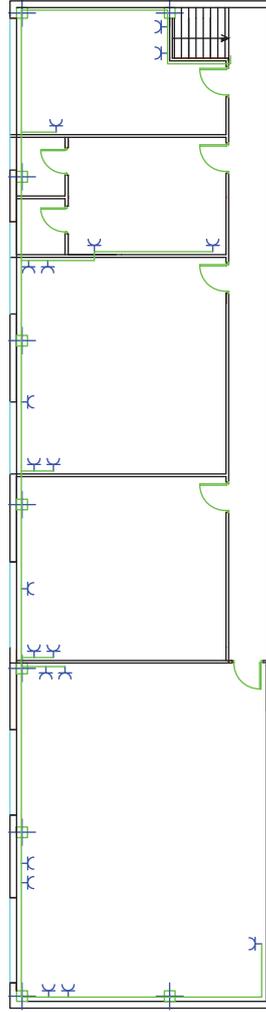




## LEYENDA

-  Toma monofásica de uso general de 15A
-  Toma trifásica de 16A
-  ④ Cuadro auxiliar 4
-  Circuito nº 8
-  Circuito nº 9
-  Circuito nº 10
-  Circuito nº 11

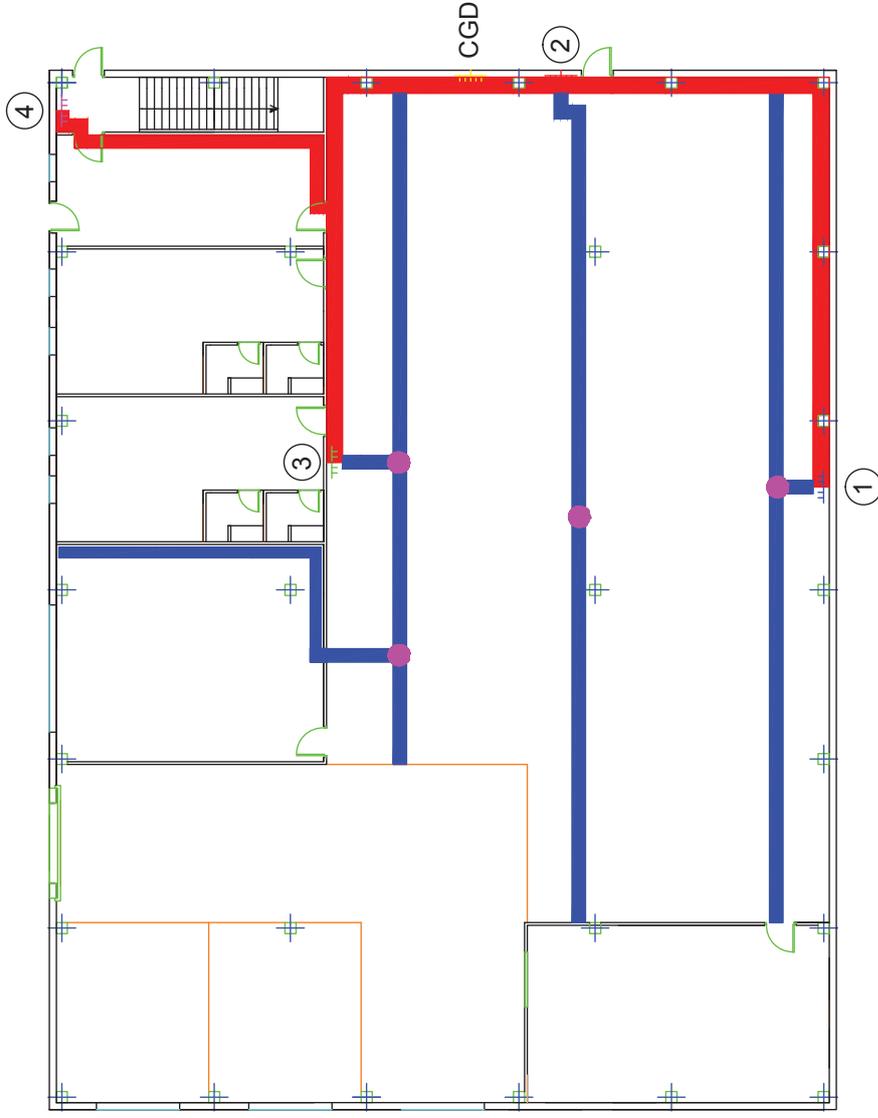
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Estado del documento	
		Tipo de documento Conjunto	Editado
PLANO: Tomas de corriente generales y trifásicas planta baja nave		Escala 1:200	Fecha de edición Mayo 2016
		Idioma es	Hoja 16



### LEYENDA

-  Toma monofásica de uso general de 15A
-  Circuito nº 11

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo	
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto		<i>Estado del documento</i> Editado
		PLANO: Tomas de corriente generales planta alta nave		
		<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016	<i>Idioma</i> es
				<i>Hoja</i> 17



**LEYENDA**

CGD Cuadro General Distribución

① Cuadro auxiliar 1

② Cuadro auxiliar 2

③ Cuadro auxiliar 3

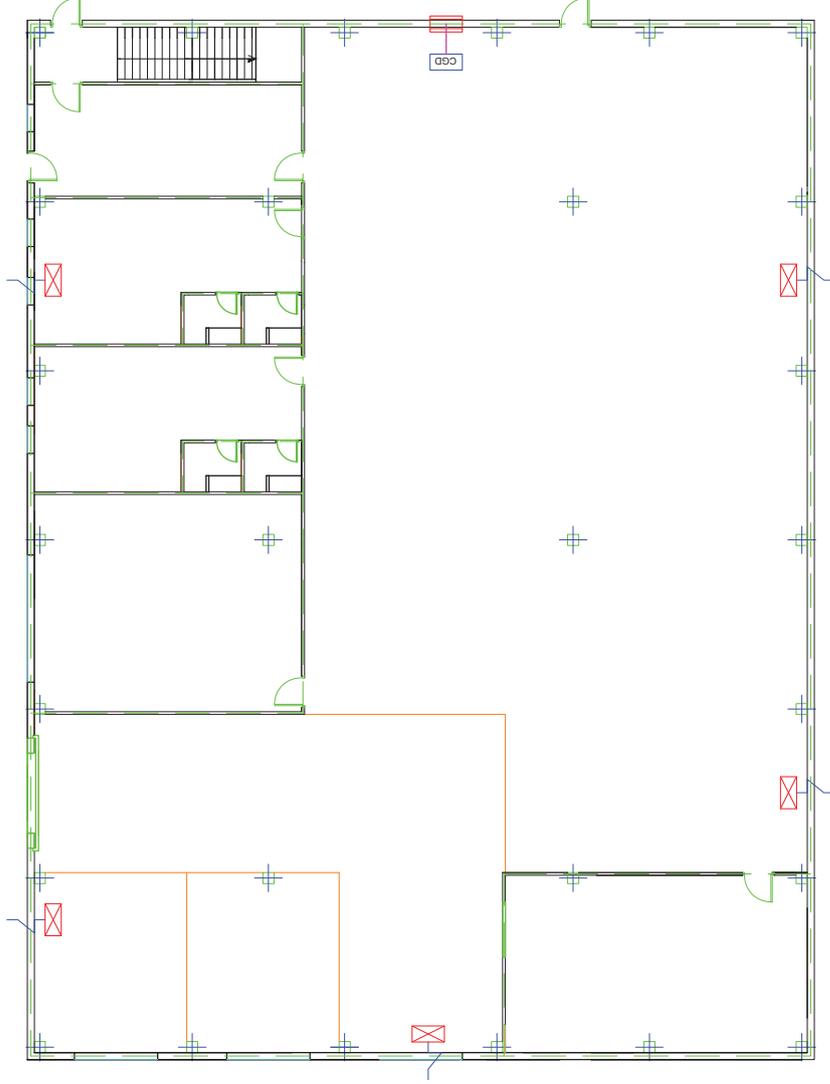
④ Cuadro auxiliar 4

■ Bandeja perforada de 400mm de ancho y 100mm de alto

■ Canalización subterránea bajo rejilla a 0,7m

● Drenaje

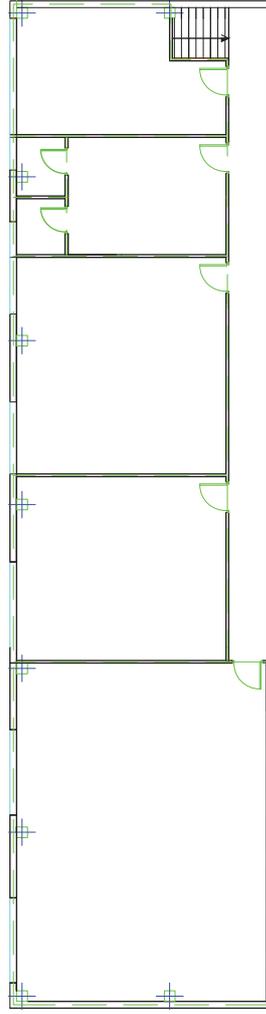
Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Estado del documento Editado	
		Tipo de documento Conjunto	
PLANO: Canalizaciones planta baja nave		Escala 1:200	Fecha de edición Mayo 2016
		Idioma es	Hoja 18



## LEYENDA

-  Punto de puesta a tierra
-  Punto de puesta a tierra
-  Electrodo (pica)
-  Cuadro General de Distribución
-  Línea de enlace con tierra (anillo)
-  Línea de tierra a CGD

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		Estado del documento Editado	
		Tipo de documento Conjunto	
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		PLANO: Red de tierra planta baja nave	
		Escala 1:200	Fecha de edición Mayo 2016
		Idioma es	Hoja 19



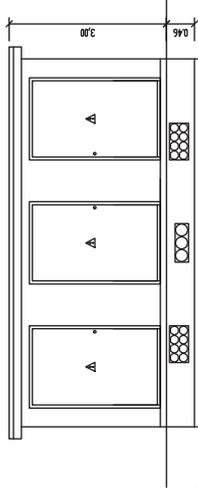
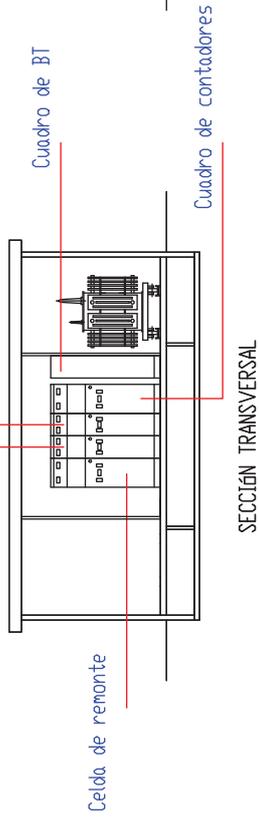
### LEYENDA

--- Línea de enlace con tierra (anillo)

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto		<i>Estado del documento</i> Editado		
		PLANO: Red de tierra planta alta nave		<table border="1"> <tr> <td><i>Escala</i> 1:200</td> <td><i>Fecha de edición</i> Mayo 2016</td> <td><i>Idiomas</i></td> <td><i>Hoja</i> 20</td> </tr> </table>	<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
<i>Escala</i> 1:200	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016	<i>Idiomas</i>	<i>Hoja</i> 20			

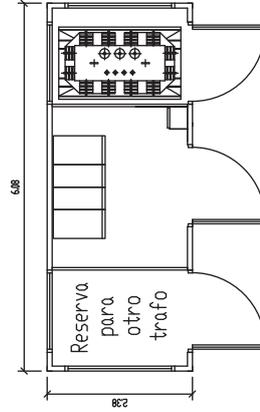
Celda de protección

Celda de medida



ALZADO FRONTAL

ALZADO LATERAL DERECHO

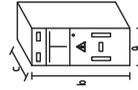


ALZADO POSTERIOR

ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Celda de remonte	0.48	1.8	0.85
Celda de protección	0.37	1.8	0.85
Celda de medida	0.37	1.8	0.85
Cuadro de contadores	0.48	1.8	0.85
Cuadro de bajó tensión	0.37	1.8	0.85



DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
6.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

Departamento responsable  
Ing. Eléctrica y Energética

Referencia técnica

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Creado por  
Gonzalo Compadre

Aprobado por  
Alfredo Madrazo

Tipo de documento  
Conjunto

Estado del documento  
Editado

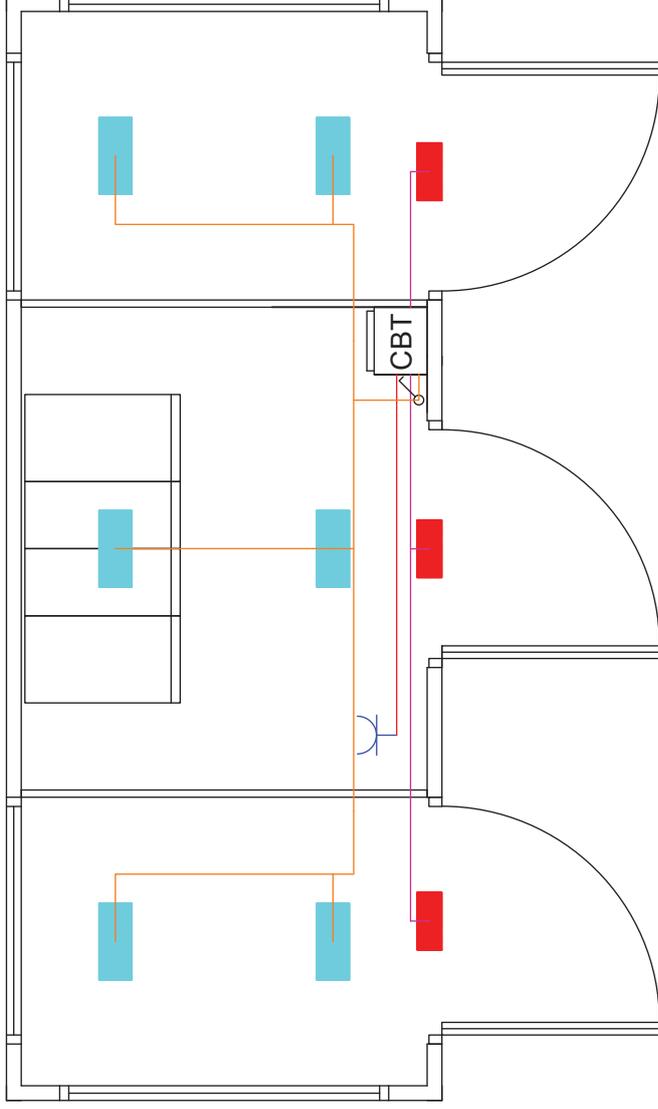
PLANO:  
Centro de transformación

Escala  
S/E

Fecha de edición  
Mayo 2016

Idioma  
es

Hoja  
21



### LEYENDA

 Luminaria Tipo DN570B 1xLED12S/827 PSED- E C

 Luminaria Tipo EVOLUTION EVO-110

 Interruptor Unipolar

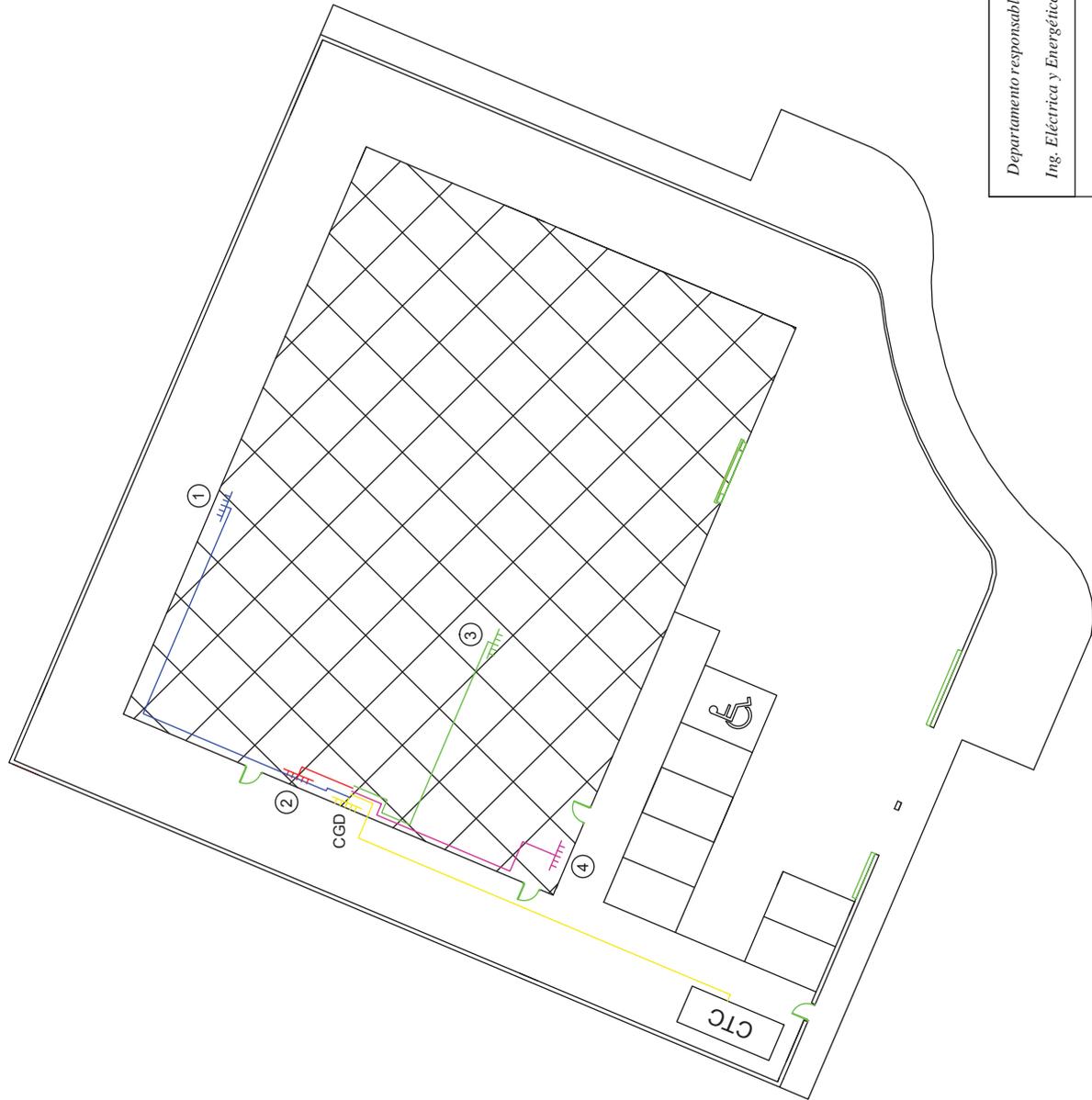
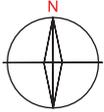
 Toma monofásica de uso general de 15A

 Circuito nº 18

 Circuito nº 19

 Circuito nº 20

<i>Departamento responsable</i> Ing. Eléctrica y Energética	<i>Referencia técnica</i>	<i>Creado por</i> Gonzalo Compadre	<i>Aprobado por</i> Alfredo Madrazo			
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		<i>Tipo de documento</i> Conjunto		<i>Estado del documento</i> Editado		
		<b>PLANO:</b> Iluminación y tomas de corriente del CTC		<table border="1"> <tr> <td><i>Escala</i> S/E</td> <td><i>Fecha de edición</i> Mayo 2016</td> <td><i>Idiomas</i> es</td> <td><i>Hoja</i> 22</td> </tr> </table>	<i>Escala</i> S/E	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016
<i>Escala</i> S/E	<i>Fecha de edición</i> Mayo 2016	<i>Idiomas</i> es	<i>Hoja</i> 22			



**LEYENDA**

-  Cuadro General Distribución
-  Línea General de Alimentación de cobre RV-K 0,6 /1 Kv
-  ① Cuadro auxiliar 1
-  Línea a cuadro auxiliar 1 de cobre RV-K 0,6 /1 Kv
-  ② Cuadro auxiliar 2
-  Línea a cuadro auxiliar 2 de cobre RV-K 0,6 /1 Kv
-  ③ Cuadro auxiliar 3
-  Línea a cuadro auxiliar 3 de cobre RV-K 0,6 /1 Kv
-  ④ Cuadro auxiliar 4
-  Línea a cuadro auxiliar 4 de cobre RV-K 0,6 /1 Kv

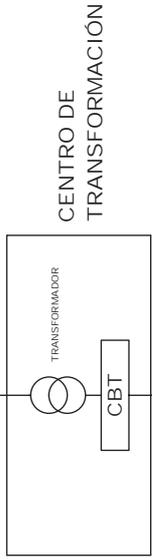
Cota: en metros

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN		Estado del documento Editado	
Tipo de documento Conjunto		PLANO: Conexión del CTC con el cuadro principal y los cuadros secundarios	
Escala 1:300		Fecha de edición Mayo 2016	
		Hoja es 23	



CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

RED DE DISTRIBUCIÓN



CGD  
RZ1 0,6/1 KV 15 G 240, 3...  
I calc.: 603,1 A. Iz: 1320 A  
U: 0,26 %. Ua: 0,26 %

In: 1250 A  
Icu: 50 kA

RZ1 0,6/1 KV 4 X 95 + 1 G...  
I calc.: 210,6 A. Iz: 271 A  
U: 0,61 %. Ua: 0,87 %

In: 250 A  
Id: 30 mA  
In: 400 A  
Icu: 30 kA

RZ1 0,6/1 KV 4 X 35 + 1 ...  
I calc.: 94,9 A. Iz: 144 A  
U: 0,14 %. Ua: 0,4 %

In: 125 A  
Id: 30 mA  
In: 160 A  
Icu: 30 kA

RZ1 0,6/1 KV 4 X 35 + 1 G...  
I calc.: 99,8 A. Iz: 144 A  
U: 0,53 %. Ua: 0,8 %

In: 125 A  
Id: 30 mA  
In: 160 A  
Icu: 30 kA

RZ1 0,6/1 KV 5 G 16, 1...  
I calc.: 67,4 A. Iz: 91 A  
U: 0,73 %. Ua: 1 %

In: 80 A  
Id: 300 mA  
In: 125 A  
Icu: 30 kA

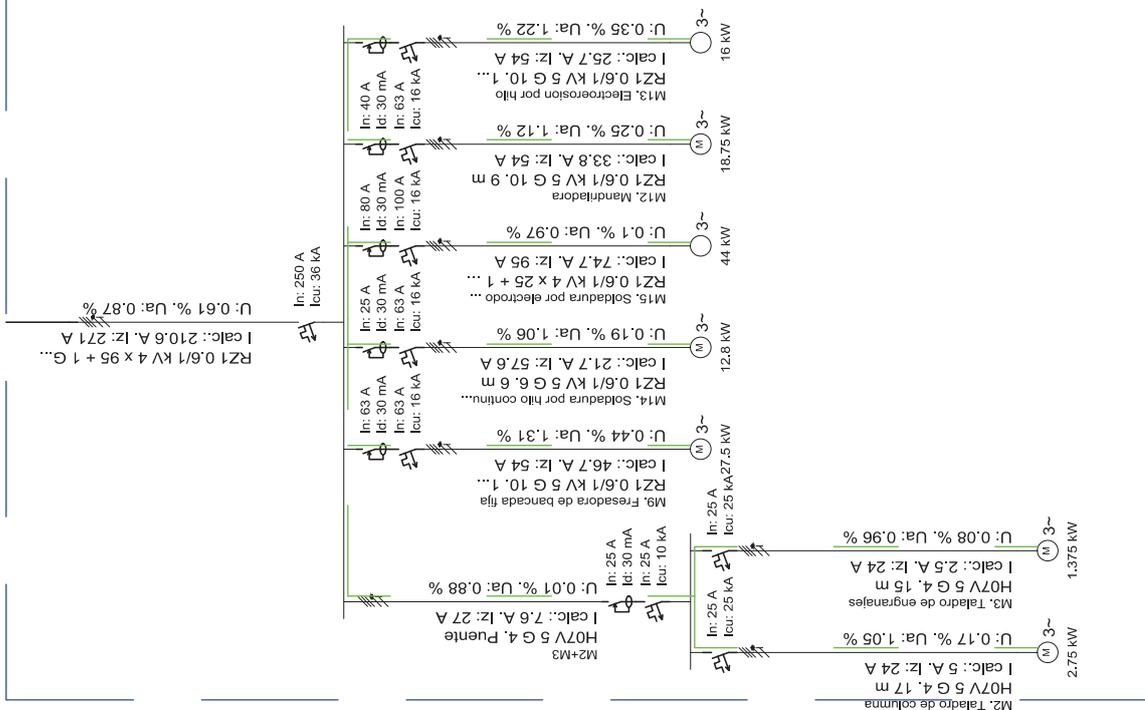
Condensadores  
RZ1 0,6/1 KV 4 X 120 + 1 ...  
I calc.: 127,6 A. Iz: 260 A  
U: 0,05 %. Ua: 0,31 %

In: 250 A  
Id: 30 mA  
In: 250 A  
Icu: 36 kA

84,01 kW  
3~

Departamento responsable	Referencia técnica	Creado por	Aprobado por
Ing. Eléctrica y Energética		Gonzalo Compadre	Alfredo Madrazo
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Tipo de documento	Estado del documento
		Conjunto	Editado
PLANO: Cuadro general de mando y protección			
		Escala S/E	Fecha de edición Febrero 2016
			Idioma Hoja es 25

CUADRO AUXILIAR 1



LEYENDA



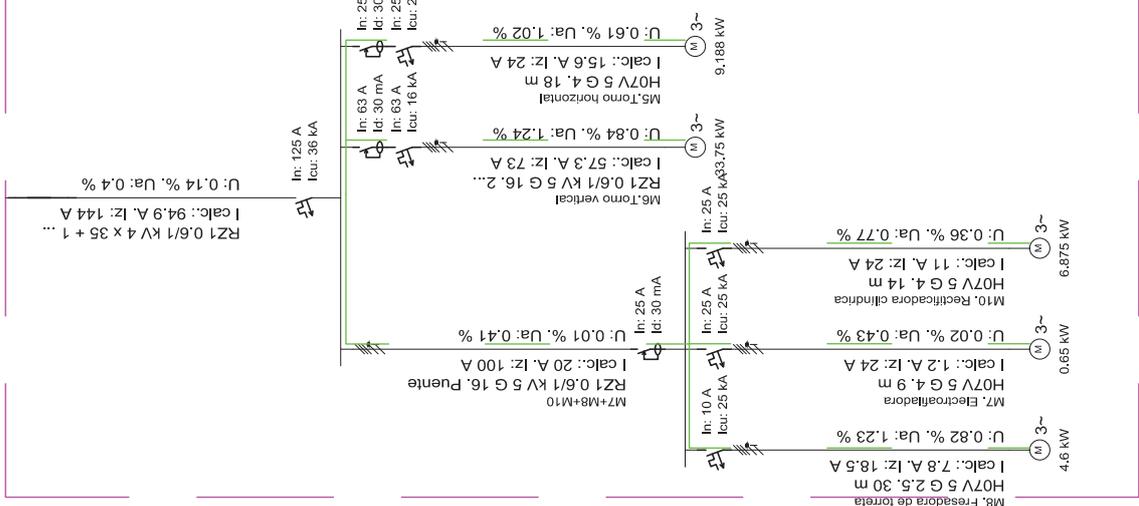
Interruptor diferencial



Interruptor magnetotérmico

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo	Estado del documento	
				Tipo de documento Conjunto	Editado
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		PLANO: Cuadro auxiliar 1		Escala S/E	Fecha de edición Mayo 2016
				Idioma es	Hoja 26

CUADRO AUXILIAR 2



LEYENDA



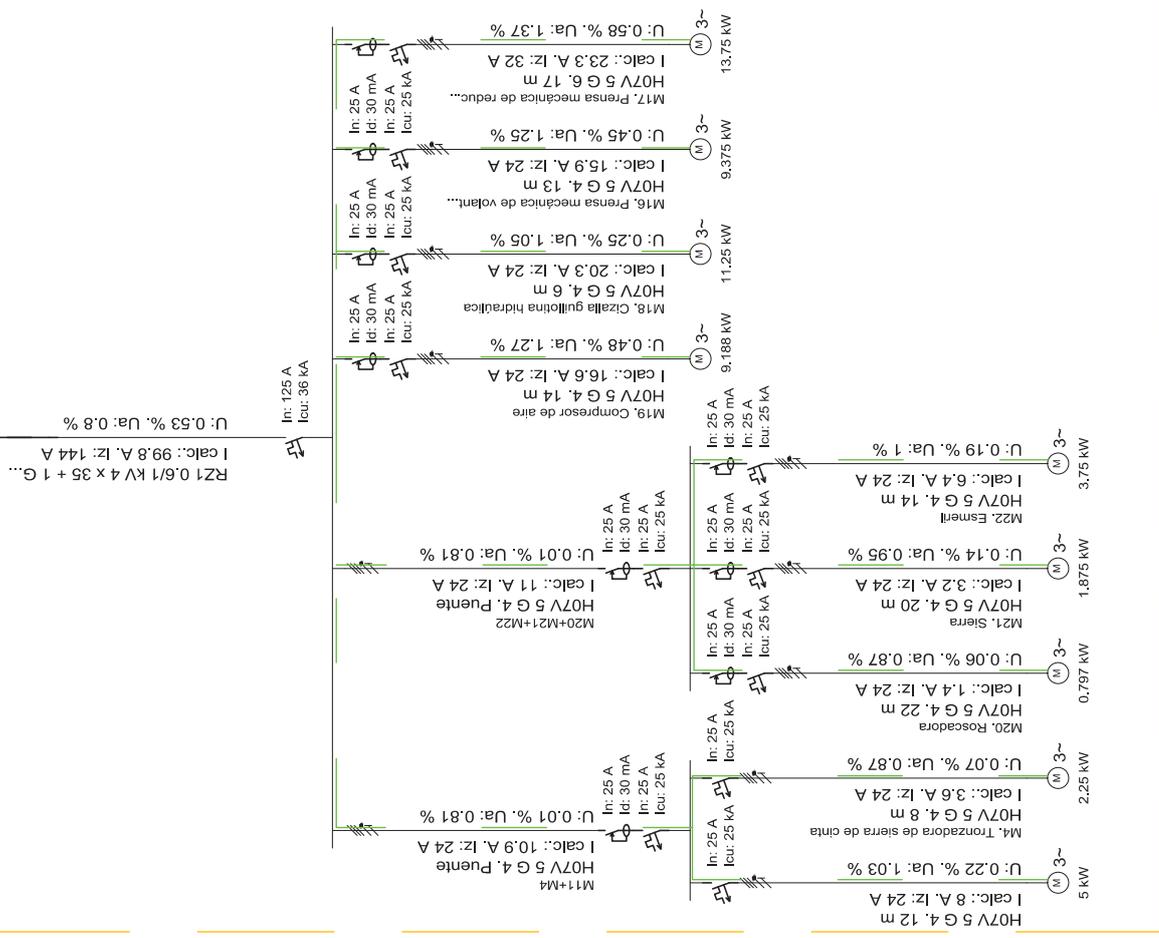
Interruptor diferencial



Interruptor magnetotérmico

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
Tipo de documento Conjunto		Estado del documento Editado	
PLANO: Cuadro auxiliar 2		Escala S/E	Fecha de edición Mayo 2016
		Idioma es	Hoja 27

CUADRO AUXILIAR 3



LEYENDA



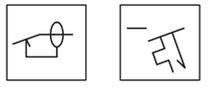
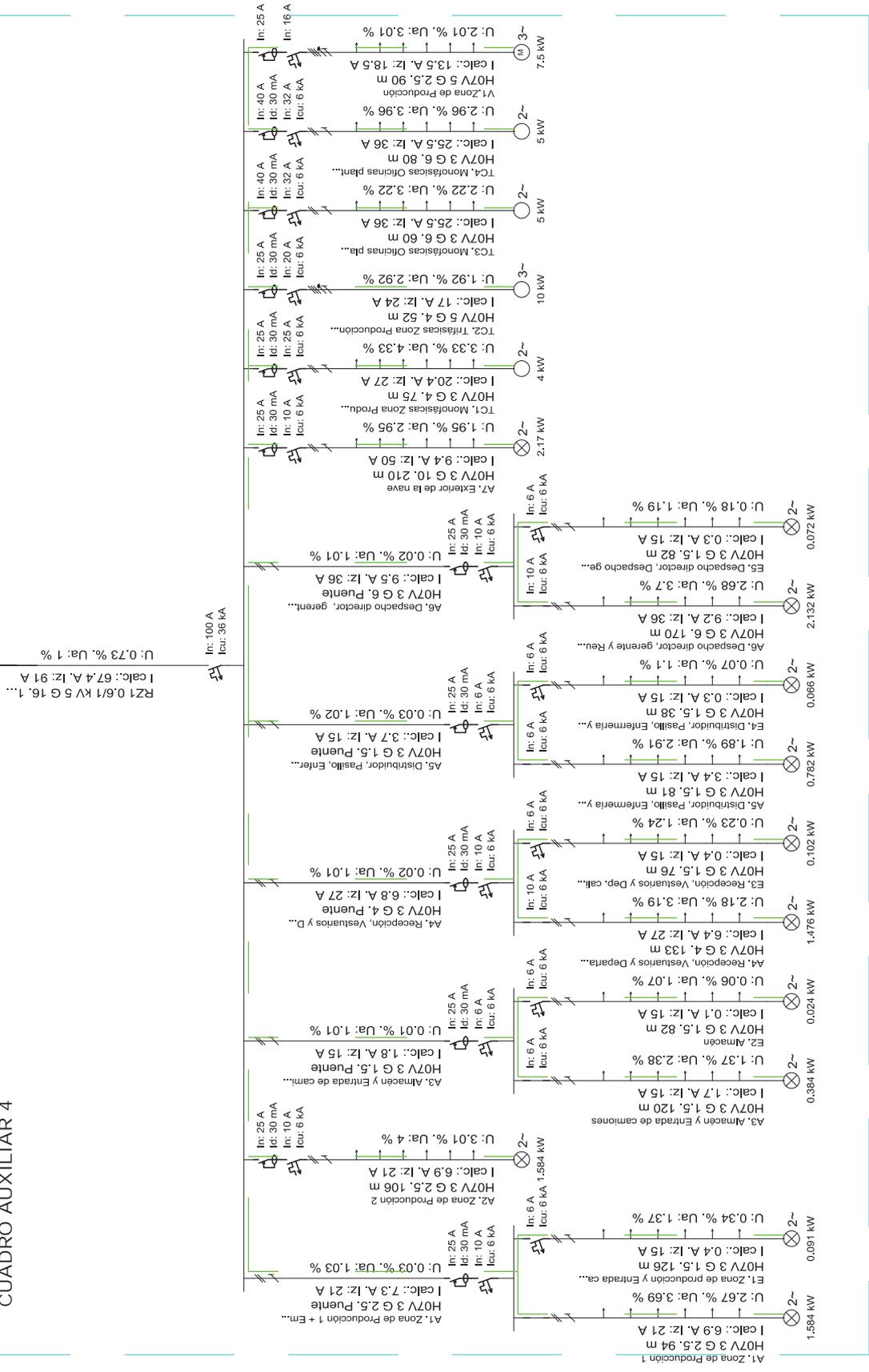
Interruptor diferencial



Interruptor magnetotérmico

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo	Estado del documento	
				Tipo de documento Conjunto	Editado
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION				PLANO: Cuadro auxiliar 3	
				Escala S/E	Fecha de edición Mayo 2016
		Idioma es	Hoja 28		

CUADRO AUXILIAR 4



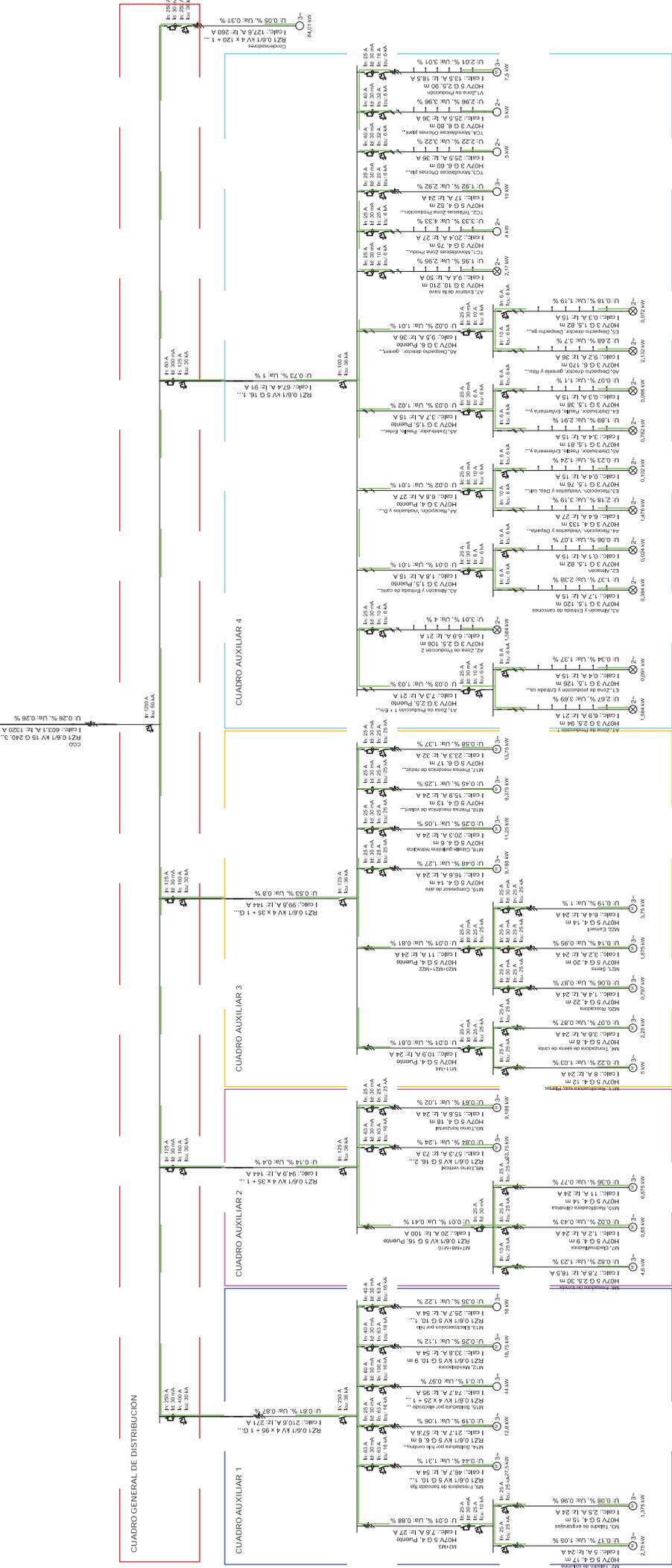
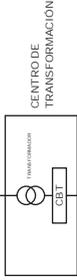
LEYENDA

Interruptor diferencial

Interruptor magnetotérmico

Departamento responsable Ing. Eléctrica y Energética	Referencia técnica	Creado por Gonzalo Compadre	Aprobado por Alfredo Madrazo
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION		Estado del documento	
		Editado	
Tipo de documento Conjunto		Fecha de edición Mayo 2016	
PLANO: Cuadro auxiliar 4		Escala S/E	
		Idioma es	
		Hoja 29	

RED DE DISTRIBUCIÓN



LEYENDA



Interruptor diferencial



Interruptor magnetotérmico

Departamento responsable  
Ing. Eléctrica y Energética

Referencia técnica

Creado por  
Gonzalo Compadre

Aprobado por  
Alfredo Madrazo

Tipo de documento  
Conjunto

Estado del documento  
Editado

PLANO:  
Esquema unifilar completo

Escala  
S/E

Idioma  
es

Fecha de edición  
Mayo 2016

Hoja  
30

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACION

## **DOCUMENTO Nº5: PLIEGO DE CONDICIONES.**

## 5.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

### 5.1.1 Ámbito de aplicación.

Este pliego de condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

### 5.1.2 Disposiciones generales.

El instalador está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Instalador deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

### 5.1.3 Condiciones facultativas legales.

Las instalaciones del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- R.D. nº 8442/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- R.D. 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.
- Decreto 363/2004, de 24 de Agosto por el cual se regule procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.

- Normas particulares y normalización de la Empresa Suministradora de Energía Eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones: IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.
- R.D. 486/1997, de 14 Abril Anexo IV: Reglamentación de iluminación en los lugares de trabajo.
- R.D. 2267/2004 De 3 de diciembre de 2004, sobre seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D 1942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios
- R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D.1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D.1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### 5.1.4 Seguridad en el trabajo.

El Instalador está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la **Ley 31/1995, de 8 de noviembre**, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesta a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Instalador en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### 5.1.5 Seguridad pública.

El Instalador deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Instalador mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Instalador o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### 5.1.6. Organización del trabajo.

El Instalador ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

#### 5.1.6.1 Datos de la obra.

Se entregará al instalador una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. Éste no podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Además se hará responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

No se harán por el Instalador alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### 5.1.6.2 Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Instalador esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Instalador las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Instalador.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Instalador.

#### 6.1.6.3 Condiciones generales.

El instalador deberá suministrar los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Presupuesto, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la Dirección de obra hará prevalecer su criterio. Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Presupuesto, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Instalador deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este pliego de condiciones, salvo cuando en otra parte del Proyecto, por ejemplo el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Instalador suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección

Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La Dirección facultativa se reserva el derecho de pedir al Instalador, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

### 5.1.7 Planificación y coordinación.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Instalador deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.□
- Montaje y pruebas parciales de las redes de alimentación de, electricidad y protección contra incendios.
- Montaje de cuadros eléctricos, equipos de control, elementos de alumbrado y fuerza, sistemas contra incendios y de gestión de energía eléctrica.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la instalación, el Instalador, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la Dirección facultativa para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros instaladores correrá a cargo de la Dirección facultativa, o persona o entidad delegada por la misma.

### 5.1.8 Acopio de materiales.

De acuerdo con el plan de obra, el Instalador irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Instalador quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye

también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La Dirección facultativa tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este pliego de condiciones y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la Dirección facultativa tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Instalador. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Instalador, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la Dirección facultativa podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del instalador todos los gastos ocasionados.

#### 5.1.9 Inspección y medidas previas al montaje.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Instalador deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones. En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el instalador deberá notificar las anomalías a la dirección facultativa para las oportunas rectificaciones.

#### 5.1.10 Planos, catálogos y muestras.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el instalador deberá examinar atentamente los planos y detalles del Proyecto técnico de instalaciones.

El instalador deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfieran con los elementos de otros instaladores. En caso de conflicto, la decisión de la Dirección facultativa será inapelable.

El Instalador deberá someter a la Dirección facultativa, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente

dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la Dirección facultativa.

En algunos casos y a petición de la Dirección facultativa, el Instalador deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Instalador deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la Dirección facultativa con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros Instaladores.

La aprobación por parte de la Dirección facultativa de planos, catálogos y muestras no exime al Instalador de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

#### 5.1.11 Variaciones de proyecto y cambio de materiales.

El Instalador podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la Dirección facultativa, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La Dirección facultativa evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte del proyecto técnico de instalaciones, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la Dirección facultativa durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Instalador después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

#### 5.1.12 Cooperación con otros instaladores.

El Instalador deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la Dirección facultativa, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Instalador pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

### 5.1.13 Protección.

El Instalador deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instaladas.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc. Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislante, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos.

El Instalador será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

### 5.1.14 Limpieza de la obra.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Instalador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías...).

### 5.1.15 Andamios y aparejos.

El Instalador deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa instaladora, bajo la supervisión y responsabilidad del Instalador, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

### 5.1.16 Obras de albañilería.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Instalador.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, fosos, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Instalador siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la Dirección facultativa.

### 5.1.17 Energía eléctrica y agua.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Instalador para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la Actividad interesada (el cliente), salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica al cliente antes de tomar posesión de la obra.

### 5.1.18 Ruidos y vibraciones.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la Dirección facultativa, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la Dirección facultativa y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

### 5.1.19 Accesibilidad.

El Instalador hará conocer a la Dirección facultativa, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el contratista deberá cooperar con la empresa instaladora y los otros Instaladores, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Instalador.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Instalador deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Instalador deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

### 5.1.20 Canalizaciones.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

### 5.1.21 Manguitos pasamuros.

El Instalador deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Instalador será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la Dirección facultativa, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán construidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

### 5.1.22 Protección de partes en movimiento.

El contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### 5.1.23 Protección de los elementos a temperatura elevada.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

### 5.1.24 Cuadros y líneas eléctricas.

El Instalador suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Instalador suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400V entre fases y 230V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

### 5.1.25 Pinturas y colores.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la Dirección facultativa.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

### 5.1.26 Identificación.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del

aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inamovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

### 5.1.27 Pruebas.

El Instalador pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este pliego de condiciones.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Instalador, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

### 5.1.28 Pruebas finales.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la Dirección facultativa cuando así se requiera.

### 5.1.29 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras a petición del Instalador se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia de la Dirección facultativa y del representante del Instalador, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por la Dirección facultativa y el representante del Instalador, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Instalador deberá entregar a la Dirección facultativa la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de ubicación de los cuadros de control y eléctricos, y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de las instalaciones.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Los Manuales de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La Dirección facultativa entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la Dirección facultativa y el Instalador.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Instalador las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará

un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Instalador.

Si el Instalador no cumplierse estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### 5.1.30 Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Instalador es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Instalador garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra

### 5.1.31 Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Instalador levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Instalador y ratificada por el Contratante y el Instalador.

### 5.1.32 Permisos.

El Instalador junto con la Dirección facultativa, deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

### 5.1.33 Entrenamiento.

El Instalador deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y calificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Instalador asignará específicamente el personal adecuado de su

plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la Dirección facultativa.

#### 5.1.34 Repuestos, herramientas y útiles específicos.

El Instalador incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

#### 5.1.35 Subcontratación de la obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección facultativa del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

#### 5.1.36 Riesgos.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Instalador, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Instalador no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Instalador será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Instalador deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como

consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

### 6.1.37 Rescisión del contrato.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Instalador, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la Dirección facultativa.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Instalador tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Instalador tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

### 5.1.39 Pago de obra.

El pago de obras realizadas se hará a término de las mismas debido a la duración estimada de estas (unos 7 días). En caso de prolongarse estas por un periodo superior a 30 días, se abonarán las certificaciones mensuales de las mismas.

Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Instalador las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### 5.1.40 Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Instalador será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Instalador se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### 5.1.41 Disposición final.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### 5.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

#### 5.2.1 Generalidades.

El contratista se comprometerá a utilizar los materiales con las características y marcas que se especifican en el proyecto, si por alguna circunstancia el Contratista quisiera utilizar materiales o aparatos distintos a los especificados en el proyecto, éstos deberán de ser de características similares y necesitará tener la pertinente autorización del Ingeniero Director de obra para poder utilizar estos nuevos materiales.

Una vez iniciadas las obras, deberán continuar sin interrupción, salvo indicación expresa del Director de la obra.

El Contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la ejecución adecuada y rápida de las mismas.

## 5.2.2 Instalaciones eléctricas.

### 5.2.2.1 Dispositivos generales e individuales

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNEEN 60.439 - 3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

### 5.2.2.2 Instalación Interior.

La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior (3-5 %) y la de la derivación individual (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5-6,5 %). Para instalaciones que se alimenten directamente en alta tensión, mediante un transformador propio, se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador, siendo también en este caso las caídas de tensión máximas admisibles del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos.

Las intensidades máximas admisibles de los conductores, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional. En zonas con riesgo de incendio, la intensidad admisible deberá disminuirse en un 15%.

En instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

### 5.2.2.3. Aparatos de protección.

El interruptor automático general, será de accionamiento manual o mediante bobina de disparo, el resto de interruptores magnetotérmicos serán de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados, sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando circuitos, sin posibilidad de tomar posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito, estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que se pueda presentar en el punto donde se encuentran instalados, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a los 60°C.

Se instalará un interruptor magnetotérmico por cada circuito y en el mismo aparecerán marcadas su intensidad y tensión nominal de funcionamiento.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios, serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen, se colocarán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán cambiar en tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión de servicio.

Los interruptores diferenciales podrán proteger a uno o varios circuitos a la vez, provocando la apertura del circuito o circuitos que protegen cuando en alguno de ellos se produzcan corrientes de defecto.

### 5.2.2.4. Identificación de los conductores.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo.

Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

### 5.2.2.5. Subdivisiones de las instalaciones.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo a un sector del edificio, a una planta, a un solo local, etc., para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda la instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

#### 5.2.2.6 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000 \text{ V}$  a frecuencia instalador, siendo  $U$  la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de  $1.500 \text{ V}$ .

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 5.2.2.7. Conexiones Eléctricas.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

#### 5.2.3 Sistemas de instalación.

### 5.2.3.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticos o termoestables. Los tubos serán metálicos, rígidos o flexibles, con las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte.
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: -5 °C.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Resistencia al curvado: Rígido/curvable.
- Propiedades eléctricas: Continuidad eléctrica/aislante.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Contra objetos D 1 mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC -BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación. Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro. Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

### 5.2.3.2. Conductores aislados bajo canales protectoras.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable.

- Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V, aislados con mezclas termoplásticos o termoestables. Las canales serán metálicas, con las siguientes características:
- Resistencia al impacto: Fuerte.
- Temperatura mínima de instalación y servicio: +15 °C canales L < 16 mm y -5 °C canales L > 16 mm.
- Temperatura máxima de instalación y servicio: +60 °C.
- Propiedades eléctricas: Aislante canales L < 16 mm y Continuidad eléctrica/aislante canales L > 16 mm.

Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Grado 4 canales L < 16 mm y no inferior a 2 canales L > 16 mm.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

## 5.2.4 Red de Tierra.

### 5.2.4.1 Conductores de equipotencialidad.

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Resistencia de las tomas de tierra.

El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

## 5.2.5. Centro de transformación.

### 5.2.5.1 Obra Civil.

El tipo de envolvente empleada en la ejecución del Centro de transformación cumplirá las Condiciones Generales prescritas en el MIERAT 14, instrucción primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación y paso de líneas y canalizaciones

eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrado, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

### 5.2.5.2 Aparamenta de alta tensión.

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen SF6 (hexafluoruro de azufre) para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: el aislamiento integral en hexafluoruro de azufre confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso al eventual sumergimiento del centro de transformación por efecto de riadas.
- Corte: el corte en SF6 resulta más seguro que al aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Se emplearán celdas del tipo modular, de forma que, en caso de avería, sea posible retirar únicamente la celda dañada. La celda de seccionamiento y protección incorporará una protección del tipo autoalimentado, es decir, que no necesita imperativamente alimentación externa. Esta protección será electrónica, dotada de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas) y entrada para disparo por MITOP sin necesidad de alimentación auxiliar.

### 5.2.5.3 Transformador.

El transformador instalado en este centro de transformación será trifásico, seco I, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la memoria de cálculo en el apartado "Características del Transformador elegido".

Para conseguir una buena ventilación, el transformador se situará en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 5.2.5.4 Equipo de medida

El Centro dispondrá de los dispositivos necesarios para realizar la medida de la energía en MT, ya que se trata de un Centro del tipo abonado o cliente.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria, tanto para los montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación, etc.).

### 5.2.5.5 Puesta a tierra del centro de transformación.

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de instalación y valores deseados para las puestas a tierra.

#### *Puesta a tierra de protección*

- A este circuito de puesta a tierra se unirán:
- Masas de A.T.
- Masas de B.T.
- Envolturas o pantallas metálicas de los cables.
- Pantallas o enrejados de protección.
- Armaduras metálicas interiores de la edificación.
- Cuba metálica del transformador.
- Autoválvulas de A.T.
- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Bornes de p.a.t. de los dispositivos portátiles de p.a.t.

#### *Puesta a tierra de servicio*

Al ser la tensión de defecto a tierra en el Centro de Transformación superior a 1.000 V, es necesaria la colocación de una tierra de servicio, a la cual se conectará el neutro del transformador, los bornes de p.a.t. de los trafos de B.T. y las autoválvulas de B.T. segregados de la puesta a tierra de protección.

La línea de tierra de neutro estará aislada en todo su trayecto con un nivel de aislamiento de 10 kV a frecuencia industrial (1 minuto) y de 20 kV a impulso tipo rayo de onda  $1\frac{1}{2}/50\mu\text{s}$ .

### 5.2.5.6 Normas de ejecución de la instalación.

Todos los materiales, aparatos, máquinas y conjuntos integrados en los circuitos de la instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Industria y Energía.

Por tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### 5.2.5.7 Pruebas y comprobación reglamentarias.

### *Celdas*

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo a frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo a onda de choque 1'2/50 milisegundos.
- Verificación del grado de protección.

### *Puesta a tierra del centro.*

Antes de proceder a realizar la puesta en servicio del Centro de Transformación se comprobará que los valores de la puesta a tierra de protección y de servicio están dentro de los valores admitidos en el proyecto. Si los valores fuesen superiores, se tomarían las medidas oportunas para reducirlos a los valores deseados.

### 5.2.5.8 Puesta en servicio y desconexión del centro de transformación.

Para realizar la puesta en servicio del Centro de Transformación se procederá en el siguiente orden:

- Conexión del Seccionador.
- Interruptor automático de alta tensión.
- Interruptor general de baja tensión.

Para realizar la desconexión se procederá en orden inverso al anterior, es decir:

- Desconexión del interruptor general de baja tensión.
- Desconexión del interruptor automático de alta tensión.
- Desconexión del seccionador.

La razón de estas secuencias se encuentra en el hecho de que, al accionar los seccionadores en carga, se producen unas descargas entre los extremos próximos del seccionador, que podrían producir accidentes graves.

### 5.2.5.9 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.

El centro de transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe de estar de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Alta Tensión ( MIE-RAT 14, apartado 5.1 ) e, igualmente debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas.

En el interior del centro de transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro de transformación se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de apartamento y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal.

Junto al accionamiento de la apartamento de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamento. Igualmente, si la celda contiene SF6 bien sea para el corte o para el aislamiento, debe dotarse con un manómetro para la comprobación de la correcta presión del gas antes de realizar la maniobra.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

### 5.2.6 Cuadro de distribución de baja tensión

Tendrá como mínimo, las dimensiones calculadas en el presente proyecto, para que pueda albergar toda la apartamento y los dispositivos de mando y protección necesarios de la instalación eléctrica de la nave.

Junto al cuadro de distribución de baja tensión se colocará una batería automática de condensadores para mejorar el  $\cos_{\phi}$  de la instalación, el cual será bajo, debido al elevado número de motores que existen en la instalación.

## 5.2.7 Protección contra incendios.

### 5.2.7.1 Alumbrado de emergencia.

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

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación a la instalación de alumbrado normal, entendiéndose por fallo el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70 % de su valor nominal.
- Mantendrá las condiciones de servicio que se relacionan a continuación, durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lx en los espacios definidos anteriormente.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad.

**DOCUMENTO Nº6: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

## 6.1 INTRODUCCIÓN.

Este estudio básico de seguridad y salud, establece las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como información útil para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud los previsibles trabajos de mantenimiento.

Además este documento servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora sobre sus obligaciones en el terreno de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, en el que se especifican las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Nos fijamos en el artículo 7 de dicho Real Decreto, que indica que sea de elaborar un plan de seguridad y salud en el trabajo en el cual se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente documento. Dicho plan deberá ser aprobado antes del inicio de las obras por el coordinador de seguridad.

Otro artículo de interés perteneciente al ya nombrado Real Decreto, es el número 10 que establece que se aplicarán todos los principios de acción preventiva recogidos en el artículo

15 de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales" (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) durante la ejecución de la obra. Como ley, establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas. Estas normas complementarias pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección colectiva e individual.

En sucesivos apartados se irán comentando los contenidos más relevantes de las anteriores normas complementarias.

## 6.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

### 6.2.1 Introducción.

En esta primera norma complementaria se fijan los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, en cuanto a garantizar la seguridad y la salud en los diferentes puestos de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, vienen señaladas en el Real Decreto 486/1997, fijando como lugares de trabajo aquellas zonas edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporal o móvil.

### 6.2.2 Obligaciones del empresario.

Para el cumplimiento de todas estas disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que no se originen riesgos perjudiciales para la seguridad y salud de los trabajadores.

Estas disposiciones mínimas se agrupan en seis divisiones, dependiendo al tema que van referidas:

- Condiciones constructivas.
- Orden, limpieza y mantenimiento.
- Condiciones ambientales.

- Condiciones de iluminación mínima.
- Servicios higiénicos y locales de descanso.
- Material y locales de primeros auxilios.

#### 6.2.2.1 Condiciones constructivas.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones, caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamiento de materiales sobre los trabajadores. Asimismo todos los lugares de trabajo tendrán la obligación de facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Para el cumplimiento de todo lo anterior y para la previsión de los riesgos, se puntualizan una serie de medidas a ejecutar:

- El pavimento se elaborará de material consistente, no resbaladizo y siendo un conjunto homogéneo, llano y liso.
- Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas.
- Los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.
- Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a las que sean sometidos.
- Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud, en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m.
- Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos, de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

- Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.
- Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.
- Los pavimentos de las escaleras serán de materiales no resbaladizos con una pendiente que podrá variar entre un 8 y 12 % siendo la anchura mínima de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m para las de uso general.
- Todas las vías y salidas de evacuación deberán estar limpias y sin obstáculos, para facilitar una rápida evacuación hacia el exterior, estas salidas deberán estar dotadas de un alumbrado de emergencia.
- La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles con conductores y aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.
- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por él.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y diferentes dispositivos de corte por intensidad de defecto.

#### 6.2.2.2 Orden, limpieza y mantenimiento.

Estos parámetros son esenciales en toda obra, para que esta se desarrolle con total normalidad, algunas de las medidas relacionadas con este apartado son:

- Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.
- Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las

manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

- Todos los lugares de trabajo, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### 6.2.2.3 Condiciones ambientales.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C.

En los locales donde se realicen trabajos ligerosla deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa oscilará entre el 30 % y el 70 %, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 %.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.

### 6.2.2.4 Condiciones de iluminación mínima.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Además los puestos de trabajo llevarán puntos de luz individuales, con el fin de obtener los siguientes niveles de iluminación:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux.
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux.
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1.000 lux.

Toda la iluminación deberá ser distribuida de forma uniforme para evitar los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia. Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

#### 6.2.2.5 Servicios higiénicos y lugares de descanso.

Las instalaciones contarán con una serie de instalaciones que ofrecerán los servicios de descanso e higiénicos para todos los trabajadores, estos emplazamientos son:

- Se contará con un espacio definido como vestuarios, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado.

- Habrá aseos con retretes con descarga automática de agua y papel higiénico, lavabos con agua corriente, jabón y toallas individuales u otros sistemas de secado con garantías higiénicas. Estos habitáculos estarán alicatados hasta una altura de  
  
2 m respecto al suelo. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.
- Todos los locales dispondrán de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

#### 6.2.2.6 Material y locales de primeros auxilios.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores así como a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá en un lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo
- Gasas estériles.
- Algodón hidrófilo.
- Guantes esterilizados y desechables.
- Jeringuillas.

- Termómetro clínico.
- Apósitos adhesivos.
- Tijeras y pinzas
- Vendas.

### 6.3 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

#### 6.3.1 Introducción.

La segunda norma complementaria hace referencia a las medidas mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

En dicha ley se entiende como disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, a aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o a la salud en el trabajo, mediante:

- Una señal en forma de panel con color.
- Una señal luminosa o acústica.
- Una comunicación verbal.
- Una señal gestual.

#### 6.3.2 Obligaciones del empresario.

Para el cumplimiento de todas estas disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que no se originen riesgos perjudiciales para la seguridad y salud de los trabajadores

La elección del tipo de señal, la cantidad y el emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

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

### 6.3.3 Condiciones de señalización.

La señalización en seguridad se puede definir como el conjunto de estímulos que condicionan la actuación del individuo frente a unas circunstancias que se resaltan y cuyo fin es llamar la atención.

Hay tres tipos de señales:

- Advertencia.

Incluye peligro por riesgo de incendio, materia inflamables, de explosión, materias explosivas, eléctrico, cargas suspendidas, caída de objetos, caídas al mismo nivel, caídas de distinto nivel, maquinaria pesada.

- Prohibición.

Incluye prohibición de fumar, encender fuego, paso a los peatones.

- Obligación.

Incluye obligación de uso de casco, botas, guantes, gafas, pantalla protectora, mascarilla, protectores auditivos, cinturón de seguridad, arnés de seguridad.

- Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo, teniendo en cuenta el color del suelo. Esta delimitación deberá respetar las necesarias distancias de seguridad entre vehículos y objetos próximos, y entre peatones y vehículos.
- Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.
- La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.
- La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se podrá emplear una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

## 6.4 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

### 6.4.1 Introducción.

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, van dedicadas a garantizar que la utilización o presencia de dichos equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no deriven en riesgos dañinos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 se entiende como equipos de trabajo cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el centro de trabajo.

#### 6.4.2 Obligaciones del empresario.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Se deberán utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación. Para la elección de los mencionados equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

En todos los elementos que conforman los equipos de trabajo, el empresario adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, dichos elementos se conserven en unas condiciones adecuadas. Todas estas operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo, siendo realizadas por personal especialmente capacitado para ello. Estas medidas se exponen en apartados sucesivos.

Además el empresario es el encargado de garantizar que todos los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada será preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las siguientes indicaciones relativas:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### 6.4.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.

A continuación se puntualizan las disposiciones mínimas que deberán cumplir los diversos equipos en los centros de trabajo:

- Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.
- Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.
- Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.
- Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.
- Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.
- Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.
- Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

- Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.
- Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.
- La utilización de todos los equipos en los centros de trabajo no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.
- Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar atrapamientos del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### 6.4.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.

Las disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles, se enumeran ahora:

- Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo se incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.
- Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor con una estructura que impida que la carretilla vuelque o en caso de vuelco, que se garantice que queda espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y las determinadas partes de dicha

carretilla, igualmente esa estructura deberá mantener al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

- Los equipos de trabajo automotores deberán contar con:
  - Dispositivos de frenado y parada.
  - Dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada.
  - Una señalización acústica de advertencia.

#### 6.4.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas.

Siguiendo con las disposiciones mínimas que deben cumplir los diferentes equipos de un centro de trabajo, citamos algunas de las medidas que se deben adoptar referente a la elevación de cargas:

- Los equipos estarán instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso:
  - Los aparatos de izar estarán equipados con un limitador del recorrido del carro.
  - Los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso.
- En todos los equipos deberá figurar claramente la carga nominal.
- Se instalaran de modo que se reduzca el riesgo de que si la carga cae en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa, que ningún trabajador este debajo de dicha carga.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

#### 6.4.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimientos de tierra y maquinaria pesada.

Aquella maquinaria que se empleará deberá cumplir las siguientes disposiciones:

- Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de:
  - Faros de marcha hacia adelante y de retroceso.
  - Servofrenos.
  - Freno de mano.
  - Bocina automática de retroceso.
  - Retrovisores en ambos lados.
  - Pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos.
  - Un extintor.
- Se prohibirá trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.
- Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.
- Si se produjese el contacto de una máquina con una línea eléctrica, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

- Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.
- Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.
- Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.
- Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m del borde de la excavación.
- No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.
- Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.
- Los compresores serán de los llamados “silenciosos” que deberán disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras de esta máquina estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.
- Cada trabajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones.
- Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales.

#### 6.4.2.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.

Las últimas disposiciones que deben acatar los equipos de trabajo y concretamente las maquinas-herramientas se reflejan a continuación:

- Estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.
- Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas anti-deflagrantes.
- Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.
- Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.
- Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).
- Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.
- Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.
- Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección anti-atrapamientos o abrasiones.

- En las tareas de soldadura por arco eléctrico se seguirán una serie de normas o pautas:
  - Se utilizará yelmo del soldador o pantalla de mano.
  - No se mirará directamente al arco voltaico.
  - No se tocarán las piezas recientemente soldadas.
  - Se soldará en un lugar ventilado.
  - Se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo.
  - No se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilaría.
  - Se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar.
  - se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

#### 6.4.2.6 Disposiciones mínimas adicionales aplicables en medios auxiliares.

En este apartado se hace referencia a todas las medidas mínimas que han de adoptar cuando se empleen en los centros de trabajo medios auxiliares tales como vallas metálicas o de madera, escaleras de mano, andamios tubulares o contenedores de escombros.

Las disposiciones mínimas consideradas para estos medios son:

- El vallado perimetral de la obra debe cubrir el total del perímetro determinado. La altura debe pasar de 1,50 m, si bien se recomiendan los 2 m fijándose al suelo con aglomeraciones o hincando sus soportes, asegurando el cierre de los accesos a la obra fuera de horarios de trabajo.
- El vallado de señalización para acotar lugares de trabajo, de almacenamiento, de peligro, etc., se dispondrá de forma vertical e informará por medio de colores vivos, que no debe traspasarse su ubicación. Su longitud suele ser de 2,50 m y

su altura de 1 m. Se disponen sin sujeción, por lo que no pueden sustituir a las barandillas en huecos con riesgo de caída.

- Cuando exista riesgo de caída a distinto nivel y se dispongan estas vallas, se deberán situar de forma que cierren el paso no dejando huecos y a distancia mínima del hueco de 1,50 m.
- Las barandillas para prevenir riesgos de caídas a distinto nivel, tendrán una altura mínima de 90 cm, una resistencia de 150 kg/m y formarán unidad con el parámetro que lo sustenta.
- Las escaleras de mano no se utilizarán para alturas de más de 5 m.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas de un mecanismo de limitación de apertura (cadena o tope resistentes).
- Todas las escaleras de mano, tendrán la resistencia, elementos de apoyo y de sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.
- Los andamios se arriostrarán siempre para evitar movimientos indeseables al equilibrio del operario, se harán sobre puntos fuertes que se preverán en los paramentos verticales.
- Los andamios deberán ser inspeccionados diariamente antes del inicio de los trabajos por la persona que se designe al comienzo de la obra con la empresa constructora.
- Desde los andamos nunca se tirarán escombros, ni se fabricarán morteros.
- La separación entre el andamio y paramento vertical será como mínimo de 0,30 m.
- Las plataformas de trabajo en los andamios tendrán un ancho mínimo de 60 cm y estarán perfectamente ancladas en los apoyos. Como mínimo la plataforma estará constituida por tres tablones que deberán estar unidos entre sí. A partir de 2 m de altura, las plataformas habrán de poseer barandillas de 0,90 m de altura con un listón entre medio y un rodapié. Los tablones de la plataforma estarán limpios, sin nudos y no deberán tener defectos visibles.

- Se tenderán cables de seguridad anclados a puntos fuertes de la estructura para poder utilizarlos como amarre del fiador del cinturón de seguridad.
- Para posicionar el contenedor de escombros, el encargado controlará los movimientos de descarga para que se realicen según las instrucciones de operaciones del camión de transporte.
- El contenedor se subirá y se bajará del camión por los lugares establecidos por el fabricante para este fin, para evitar los accidentes por caída.
- El contenedor se cargará sin colmo, enrasando la carga y se cubrirá con una lona para evitar los vertidos accidentales de la carga durante la retirada.

## 6.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.

### 6.5.1 Introducción.

La cuarta norma complementaria relata las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra proyecta en este documento hace referencia a la ejecución de una obra civil de uso industrial que se encuentra incluida en el Anexo I del Real Decreto 1627/1997, con la clasificación:

- Excavación.
- Movimiento de tierras.
- Construcción.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados.
- Acondicionamientos de instalaciones.
- Transformación.
- Rehabilitación.
- Reparación.

- Desmantelamiento.
- Derribo.
- Mantenimiento.
- Conservación.
- Saneamiento

Al tratarse de una obra civil tiene unas series de condiciones, que son:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el Proyecto es superior a 75 millones de pesetas (450.759,08€).
- b) La duración estimada es superior a 30 días laborables, utilizándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del Proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### 6.5.2 Estudio básico de seguridad y salud.

Como algunas de las condiciones expuestas anteriormente, no se cumplen, debemos desarrollar un estudio básico de seguridad y salud para este Proyecto. Antes de confeccionar este estudio básico, vamos a indicar cuales son las principales actividades que se van a desarrollar en la construcción de la gasolinera:

- Desbroce, movimiento de tierras, excavación de pozos y zanjas.
- Trabajos con la ferralla, las actividades de soldadura, los encofrados y el vertido del hormigón.

- Trabajos de construcción en el interior del edificio principal y marquesina.
- Realización de la instalación mecánica.
- Montaje de la instalación eléctrica provisional de obra y la realización de la instalación eléctrica final del establecimiento.
- Realización de las redes de saneamiento, abastecimiento de agua y contraincendios.
- Construcción de la línea subterránea de Media Tensión.
- Construcción y/o instalación del Centro de Transformación.

#### 6.5.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción.

Algunos de los riesgos más comunes en las obras de construcción, son:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramientas y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.

- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directa e indirecta), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### 6.5.2.2 Medidas preventivas de carácter general.

Para hacer frente a los riesgos comunes indicados en el apartado anterior, disponemos de una serie de medidas preventivas de carácter general que las enumeramos a continuación:

- Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc«), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc« ).
- Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilería metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico y tuberías, etc« ).
- Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.
- El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.
- El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc«) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.
- Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.
- La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.
- El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.
- Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo está en posición inestable.

- Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.
- Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.
- La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.
- El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.
- Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.
- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

6.5.2.3 Medidas preventivas de carácter general para el desbroce del terreno, movimiento de tierras, excavación de pozos y zanjas.

En la primera fase de construcción de la estación de servicio se producirán las actividades de desbroce del terreno, de movimiento de tierras, de excavación de pozos y zanjas, algunas medidas preventivas que se deben llevar a cabo son:

- Desbroce del terreno.
  - Antes del inicio y durante la ejecución de los trabajos de excavación, se estudiará el terreno, a fin de realizar éstos con el menor riesgo posible.
  - Se estudiará la estabilidad del terreno, el ángulo de inclinación de taludes, sobrecargas estáticas y dinámicas que actúan sobre el terreno y los procedimientos de consolidación.
  - La maleza debe eliminarse mediante siega y se evitará siempre recurrir al fuego.
- Movimiento de tierras.
  - Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de 2 m del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.
  - Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
  - Los trabajos de excavación se realizarán, siempre que sea posible, con medios mecánicos.
  - No se permitirá la excavación por medios mecánicos a una distancia inferior a 0,50 m de instalaciones enterradas de gas, combustible o eléctricas.
  - La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.
  - Sólo el personal autorizado será el encargado del manejo de máquinas y vehículos. Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria.
  - Todas las maniobras de los vehículos, serán guiadas por una persona dentro de la zona de trabajo, procurándose que sea por sentidos constantes y previamente estudiados.
  - La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

- Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.
  - Como norma general, la velocidad máxima de circulación dentro de la obra será de 30 km/h.
  - Se deberá efectuar una señalización con cadena o cinta de color rojo-blanco al menos a 2 m del borde de la excavación.
- Excavación de pozos y zanjas.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo o zanja, que estará provista de zapatas antideslizantes. Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m, se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.
  - Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
  - En el caso de zanjas con profundidad inferior a 0,80 m no se considera necesario ataludar sus paredes o la entibación, excepto en terrenos m blandos por necesidad de la construcción.
  - Para zanjas con profundidad mayor a 0,80 m se estudiará previamente la estabilidad del terreno, el ángulo de inclinación del talud natural, sobrecargas estáticas o dinámicas que actúan sobre el terreno y los procedimientos de consolidación que se adoptarán.
  - Teniendo en cuenta este estudio se optará por uno de los siguientes sistemas:
    - 1) Corte vertical
    - 2) Corte con talud
    - 3) Corte vertical con entibación.

#### 6.5.2.4 Medidas preventivas de carácter general para los trabajos con la ferralla, las actividades de soldadura, encofrados y vertido del hormigón.

Las siguientes actividades que se pueden desarrollar una vez que se han producido todas las tareas de movimiento de tierras, son los trabajos con la ferralla, las actividades

de soldadura, los encofrados y el vertido del hormigón en los que se tomaran una serie de medidas preventivas, tales como:

- Trabajos con la ferralla.
- En la recepción y en la descarga en obra de la ferralla, esta se levantará y se rodeará el mazo con un cable adecuado.
- La ferralla se almacenará en paquetes de redondos en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,50 m.
- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.
- Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se haya consolidado de forma adecuada.
- Las piezas o perfilera a instalar se acoplarán en la superficie destinada a tal efecto, sobre tablonos horizontales de reparto de cargas.
- Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.
  - Actividades de soldadura.
- Solo se efectuará este tipo de trabajos por personal especializado.
- La alimentación eléctrica a los equipos de trabajo se realizará con mangueras en buen estado y preparadas para intemperie.
- Cuando se realicen trabajos de soldadura en altura, se protegerá la cota inferior con material apropiado en evitación de partículas incandescentes o se acordonará la zona inferior evitando el paso de personal.
- El grupo de soldadura estará puesto a tierra.
- Antes de iniciar los trabajos, verificar que no existe material combustible o personas trabajando en las inmediaciones.
- Se desconectará totalmente el grupo de soldadura cuando haya una interrupción prolongada del trabajo.
  - Encofrados.
- Una persona cualificada de la empresa debe asumir la responsabilidad de las operaciones de encofrado y desencofrado y asegurar la vigilancia, dar al personal las órdenes e instrucciones útiles y tomar las precauciones necesarias.

- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Las diferentes uniones se realizarán según las reglas del arte.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.
- Antes del vertido del hormigón el coordinador de seguridad y salud o su representante en la obra, comprobará en compañía del técnico cualificado la buena estabilidad del conjunto.
- El desencofrado se realizará previo aflojado de los puntales desde un lugar sin riesgo.
  - Vertido del hormigón.
- La maniobra de vertido será dirigida por un capataz que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.
- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.
- Se prohibirá acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Se prohibirá cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas.
- Los clavos de las maderas utilizadas en el encofrado, deberán ser arrancados y retirados a un lugar donde no sean peligrosos. Se esmerará el orden y la limpieza, apilando y retirando los materiales sobrantes.

#### 6.5.2.5 Medidas preventivas de carácter general para los trabajos de construcción en el interior del edificio principal y marquesina.

En el interior del edificio principal y de la marquesina se desarrollarán un conjunto de actividades tales como:

- Tabiquería y cubierta.
  
- La tabiquería hecha con ladrillo o paneles se podrán realizar desde el interior o el exterior.
- La construcción de las cubiertas se deberá iniciar con la formación del antepecho perimetral de remate. La altura de este peto es de 30 o 40 cm, por lo que deberá suplementarse durante los trabajos mediante barandillas, hasta alcanzar la altura de 90 cm prevista en la normativa.
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano que sobrepasen en 1 m la zona a acceder a través de huecos previstos en el forjado, recomendándose unas dimensiones mínimas de 50 a 70 cm.
- En el proceso de impermeabilización las telas asfálticas se solapan entre sí y se unen por soldadura al fuego, calentando hasta su fundición.
- Los materiales necesarios se acumularán normalmente, bien sobre la solera, el forjado de la planta o sobre el puente del andamio utilizado.
- - Enfoscados y enlucidos.
  
- Deberán mantenerse limpias y ordenadas las zonas de tránsito de superficies de trabajo para evitar resbalones y caídas al mismo nivel.
  
- El corte de los solados con mármoles, terrazos y plaquetas se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.
  
- El transporte de reglas, tablones etc« , se hará sobre el hombro de los operarios de tal forma que el extremo delantero se encuentre por encima de la altura de la cabeza de los mismos, al objeto de evitar golpes e impactos.
- Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.
- Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.
  
- Acabados.

- Los alicatados en el exterior se efectuarán sobre andamios de estructuras tubulares o colgadas.
- Los escombros se apilarán adecuadamente para su evacuación mediante trompas.
- El corte de las piezas cerámicas deberá efectuarse, siempre que sea posible, por vía húmeda para evitar la formación e inhalación de polvo producido en el corte.
- El transporte de reglas, tablonas etc , se hará sobre el hombro de los operarios de tal forma que el extremo delantero se encuentre por encima de la altura de la cabeza de los mismos, al objeto de evitar golpes e impactos.
- La maquinaria utilizada en los acabados de los solados de terrazo o mármol, las pulidoras o abrillantadoras, etc«, deberán estar dotadas de doble aislamiento o en su defecto conexión a tierra de su carcasa metálica y manillar con revestimiento aislante al objeto de evitar riesgos de contacto eléctrico.
- Los lodos y productos de pulido deberán retirarse siempre hacia zonas sin tránsito y proceder a la evacuación inmediata de la planta a través de conductos adecuados, nunca por caída libre por el borde del forjado.
- Cuando esté en fase de pavimentación un lugar de paso y comunicación interno de la obra, se le cerrará el acceso indicándose itinerarios alternativos.
- La colocación de vidrios en altura en exteriores se realizará desde el interior del propio edificio, se recibirá y terminará de instalar a la mayor brevedad, procediendo a continuación al pintado de una señal para indicar su existencia.
- Los vidrios en las plantas, se almacenarán en los lugares diseñados en planos sobre durmientes de madera, en posición casi vertical, ligeramente ladeados contra un determinado paramento.
  - Instalaciones de fontanería y aire acondicionado.
- Cuando los operarios transporten tramos de tubería o conductos al hombro, se realizará inclinando la carga hacia atrás de tal forma que el extremo delantero supere la altura de la cabeza del operario en evitación de golpes y tropiezos con otros trabajadores en lugares poco iluminados o a contraluz.
- Se deberán mantener limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo, apilando el escombros para su posterior evacuación.

- Se prohíbe el soldar con plomo en lugares cerrados. Siempre que se precise la utilización de este tipo de soldadura se deberá establecer una corriente de aire de ventilación con objeto de evitar el riesgo de inhalación de vapores tóxicos.
- Para la subida de materiales y del personal a la cubierta se empleará una plataforma elevadora.
  - Pinturas y barnizados.
- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Cuando se efectúen trabajos de cepillado y lijado, y después de los imprimidos, se deberá efectuar siempre bajo ventilación por corriente de aire al objeto de evitar la formación de atmósferas pulvígenas.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.
- Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

#### 6.5.2.6 Medidas preventivas de carácter general para el montaje de la instalación eléctrica provisional de obra y para la realización de la instalación eléctrica final del establecimiento.

En este apartado vamos a relatar todas las medidas preventivas relacionadas tanto con la instalación eléctrica provisional que se realizará para dar suministro a los diferentes aparatos o maquinas que son necesarios para desarrollar las tareas de construcción, así como las diversas consideraciones en el ámbito de seguridad en la instalación eléctrica definitiva del edificio, marquesina y de las diferentes zonas de la estación de servicio, si más se procede a enumerar cada una de estas medidas preventivas:

- Instalación eléctrica provisional de obra.
- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica anti humedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas anti humedad.
- Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subida a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
  - a) Alimentación a la maquinaria de 300 mA.
  - b) Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad de 30 mA.
  - c) Para las instalaciones eléctricas de alumbrado de 30 mA.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación se realizará mediante portalámparas estancos de seguridad portátiles con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m, medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

- Instalación eléctrica definitiva.

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado siempre por personal especialista al objeto de evitar riesgos derivados de montajes incorrectos.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra riesgos de contacto eléctrico, debiendo ser revisadas periódicamente y retiradas aquellas cuyo aislante se encuentre deteriorado.
- Las conexiones eléctricas deberán realizarse siempre sin tensión, señalizando los mandos desconectados para evitar la puesta en tensión involuntaria.
- En los trabajos de ayudas de albañilería se velará porque se desarrollen con la máxima limpieza y orden en las zonas de tránsito y trabajo para evitar riesgos de pisadas, caídas, etc...
- Siempre que un elemento de Media Tensión intervenga, el contratista queda obligado a enterarse oficial y exactamente de la tensión. Se dirigirá para ello a la compañía distribuidora de electricidad o a la entidad propietaria del elemento con tensión.
- Con carácter general todos los enclavamientos, soportes y equipos a emplear, deberán estar puestos a tierra.

- En las líneas de dos o más circuitos no se realizarán trabajos en uno de ellos estando en tensión otro, si para su ejecución es necesario mover los conductores de forma que puedan entrar en contacto.
- En las redes generales de tierras de las instalaciones eléctricas, se suspenderá el trabajo, al probar las líneas y en caso de tormenta.
- No se hará uso de material eléctrico, especialmente en días de lluvia, sin la debida protección.
- Toda herramienta portátil a más de 50 V deberá disponer de doble aislamiento.

En cualquier caso no podrá exceder de 250 V con relación a tierra.

#### 6.5.2.7 Medidas preventivas de carácter general para la realización de las redes de saneamiento, abastecimiento de agua y contra incendios.

En este apartado se incluyen las medidas de seguridad que se tiene que llevar a cabo en los trabajos de construcción de las redes de saneamiento, abastecimiento de agua y contra incendios. Algunas de las medidas preventivas son:

- En la construcción de las redes de saneamiento se entibará siempre que exista peligro de derrumbamiento, en el caso de pozos, el dictamen y resoluciones se solicitará expresamente a la dirección facultativa para que se resuelva según sus cálculos.
- Se vigilará atentamente la existencia de gases mediante la utilización de un detector.
- Cuando se trabaje en lugares que no estén bien protegidos, se emplearán cinturones de seguridad debidamente amarrados a puntos sólidos de la estructura.
- Las zonas de trabajo dispondrán de accesos fáciles y seguros, estas se mantendrán en todo momento limpio y ordenado, tomándose las medidas necesarias para evitar que el piso esté o resulte resbaladizo.

#### 6.5.2.8 Medidas preventivas de carácter general para la construcción y/o instalación del Centro de Transformación.

Se definen y establecen las recomendaciones en materia de seguridad referentes a las operaciones relacionadas a la instalación del edificio prefabricado de hormigón que

servirá para albergar el transformador de MT/ BT así como toda la aparamenta relacionado con él. Estas medidas se muestran a continuación:

- Manipulación y transporte de materiales
  - Antes del inicio y durante la ejecución de los trabajos de excavación, se estudiará el terreno, a fin de realizar éstos con el menor riesgo posible.
  - Se utilizaran en lo posible pasos y vías existentes, para no dañar zonas exteriores a la construcción de la estación de servicio.
  - Se respetaran las zonas señalizadas y delimitas.
  - Se delimitaran los puntos peligrosos a considerar en el transporte (zanjas, pozos, etc...).
  - Se tendrá precaución en el transporte y manipulación de estos materiales.
  
- Trabajos en el interior de los Centros de Transformación.
  - Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo, manteniendo en todo caso las distancias de seguridad, indicadas en la normativa.
  - Se apantallará todas las partes con tensión cuando se deba acceder a distancias inferiores a las de seguridad.
  - Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.
  - Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc«,., deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde la banqueta aislante.
  - Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.
  - Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

- En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales.
- La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.
- Se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón del Centro de Transformación.
- No se almacenarán objetos en el interior el edificio prefabricado.
- Se preverán los incendios mediante extintores y sistemas fijos de extinción.
- Los interruptores del alumbrado estarán próximos a las puertas de acceso.
- El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún Centro de Transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.
- Las puertas tendrán rótulos indicativos.
- Las maquinas, celdas, paneles de cuadros y los circuitos, estarán correctamente diferenciados y señalizados.
- Existirá un cuadro con los esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio.
- Habrá carteles normalizados (normas de trabajos AT, distancias de seguridad, primeros auxilios).
- El Centros de Transformación estará dotado de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

## 6.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL.

### 6.6.1 Introducción.

En esta última norma complementaria se fijan las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a la utilización en el trabajo de equipos de protección individual, que protejan

adecuadamente a los empleados de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

## 6.6.2 Obligaciones del empresario.

El empresario tiene la obligación de suministrar y explicar la manera de utilizar los distintos equipos de protección a todas las personas que están bajo su mando o que están relacionadas con la obra a realizar.

En los apartados siguientes se define cada uno de los equipos de protección individual.

### 6.6.2.1 Protectores de cabeza.

- Cascos de seguridad homologados para las tareas de construcción (con barbuquejo y agujeros de ventilación).
- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para Baja Tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y anti-polvo.
- Mascarilla anti-polvo con filtros protectores.

### 6.6.2.2 Protectores de manos y brazos.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para Baja Tensión.

### 6.6.2.3 Protectores de pie y piernas.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para Baja tensión.

- Botas de protección impermeable.

#### 6.6.2.4 Protectores del cuerpo.

- Chalecos y chaquetas para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Faja elástica de sujeción de cintura.
- Cinturón antivibratorio.
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Banqueta aislante de maniobra.
- Pértiga de Baja Tensión.

### 6.7 NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Directiva 92/57/CEE de 24 de junio, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcciones temporales o móviles.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- 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 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Ordenanza General de seguridad e higiene en el trabajo.

## **DOCUMENTO N°7: PRESUPUESTO.**

## 7.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se va a calcular el coste total al cual asciende el proyecto de construcción de la instalación eléctrica de la nave industrial de mecanizado descrita en apartados anteriores.

Este documento cumplirá una serie de objetivos, los cuales son:

- Definir el presupuesto de ejecución material.
- Deducir el presupuesto de ejecución por contrata.
- Determinar el presupuesto de ejecución para conocimiento de la administración.

## 7.2 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL.

Código	Resumen	Unidades	Precio/Unidad	Total
1	Instalación Eléctrica			145.495,8 €
1.1	Centro de Transformación			46.583,42 €
1.1.1	Obra civil			8.946,43 €
1.1.1.1.	Foso del centro de transformación			
	Dimensiones del foso para alojar el centro de transformación prefabricado de 6880 mmx 3180 mm.x 560 mm.	12,25	15,75 €	192,94 €
1.1.1.2	Edificio de transformación			
	CT: Edificio prefabricadoPFU 5 de Ormazabal de dimensiones 6080 mm x 2380 mm x 3 mm. Incluye el edificio con todos sus elementos según CEI 622171-202, transporte y montaje.	1,00	8753,49	8.753,49 €
1.1.2	Equipo de Media Tensión			14.608,56 €
1.1.2.1	Celda de remonte de conductores (SF6)	1,00	1.651,80 €	1.651,80 €

<b>1.1.2.2</b>	<b>Celda de protección general</b>			
	Celda de protección general: con interruptor seccionador SF6 con bobina de disparo, fusibles limitadores de 24 kV, 50A, PdC 25 A, con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión y enclavamientos.	1,00	3.480,23 €	3.480,23 €
<b>1.1.2.3</b>	<b>Celda de medida</b>			
	Celda de medida SF6, equipada con 3 transformadores de corriente (45/5 A) y tres transformadores de tensión (13,2 kV/ 0'11 kV)	1,00	5.606,36 €	5.606,36 €
<b>1.1.2.4</b>	<b>Celda de protección individual</b>			
	Celda de protección individual: con interruptor-seccionador en SF6 con bobina de disparo, fusibles limitadores de 24kV, 25 A, PdC: 25 kA, con señalización fusión con p.a.t indicadores presencia de tensión y enclavamientos	1,00	2.920,17 €	2.920,17 €
<b>1.1.2.5</b>	<b>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</b>			
	Cables MT 12/20 kV tipo DHZ1, unipolares, 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud. Terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV tipo atornillable.	1,00	950,00 €	950,00 €
<b>1.1.3</b>	<b>Transformadores</b>			11.420,35 €
	<b>Transformador 1 de aceite 12 kV</b>			
	Transformador trifásico reductor de tensión con neutro accesible en el secundario de 620 KVA, refrigeración natural de aceite, tensión primaria 12-20 kV y tensión secundario 420V en vacío. Dyn11, 4% de tensión de cortocircuito y con regulación primaria.	1,00	11.420,35 €	11.420,35 €
<b>1.1.4</b>	<b>Equipo Baja Tensión</b>			4.046,21 €
	<b>Cuadro BT</b>	1,00	396,21 €	396,21 €

	Armario metálico IP30, dimensiones ancho 600 mm x alto 480 mm, 9 módulos de 150, 200, 250 mm de alto, con puertas metálicas, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos recubrebornos, placas perforadas, y demás accesorios, completo colocado.			
	Puentes BT B1 Transformador 1			
	Juego de puentes de cables de BT de Al (polietileno Reticulado) sin armadura. Incluye accesorios de conexión. 2xfase + 1xneutro de 3 m de longitud.	1,00	900,00 €	900,00 €
	Equipo de medida de energía			
	Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación	1,00	2.750,00 €	2.750,00 €
<b>1.1.5</b>	<b>Instalación secundaria CTC</b>			<b>6.355,29 €</b>
<b>1.1.5.1</b>	<b>Diferenciales e interruptores magnetotérmicos (totalmente instalados)</b>			<b>6.335,90 €</b>
	In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	4.587,26 €	4.587,26 €
	In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	126,54 €	126,54 €
	In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	2,00	24,5	49,00 €
	In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	1,00	42,5	42,50 €
	DPX125/1600(I) In: 250 A; Un: 500 V; Id: 30 mA; (I)	1,00	1367,35	1.367,35 €
	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	1,00	163,25	163,25 €
<b>1.1.5.1</b>	<b>H07V Cobre Flexible, 1.5 mm<sup>2</sup>. Unipolar</b>			<b>11,89 €</b>
	H07V Cobre Flexible, 2.5 mm <sup>2</sup> . Unipolar	20,00	0,37 €	7,40 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,02	11,66 €	0,23 €

<b>1.1.5.2</b>	H07V Cobre Flexible, 2,5 mm <sup>2</sup> . Unipolar			7,50 €
	H07V Cobre Flexible, 2,5 mm <sup>2</sup> . Unipolar	5,00	0,62 €	3,10 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,02	7,36 €	0,15 €
<b>1.1.6</b>	<b>Puesta a tierra CTC</b>			<b>539,28 €</b>
	Conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> .	12,00	8,32 €	99,84 €
	Picas de 14 mm de diámetro y 2 m de alto.	4,00	12,50 €	50,00 €
	Caja de seccionamiento de tierra URIARTE CCST-50 con pletina de seccionamiento y bornes de conexión	1,00	50,00 €	50,00 €
	Conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> .	4,00	30,35 €	121,40 €
	Picas de 14 mm de diámetro y 2 m de alto.	12,00	18,17 €	218,04 €
<b>1.1.7</b>	<b>Varios</b>			<b>667,30 €</b>
	Extintor d eficacia equivalente 89 B.	2,00	110,75 €	221,50 €
	Par de guantes de maniobra	2,00	55,70 €	111,40 €
	Banqueta aislante para maniobrar aparamenta	2,00	154,80 €	309,60 €
	Placa de aviso de "Peligro de muerte"	2,00	12,40 €	24,80 €
<b>1.2</b>	<b>Canalizaciones</b>			<b>21.515,98 €</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Exterior de la nave</b>			<b>934,94 €</b>
<b>1.2.1.1</b>	Arqueta de 700x700x100 mm			165,73 €
	Arqueta de 700x700x100 mm. Dimensiones interiores, construida en hormigón H- 200, según Pliego de Condiciones y plano adjunto, incluso mano de obra y material utilizado.	4,00	30,35 €	121,40 €
	Capataz	0,02	17,52 €	0,35 €
	Peon ordinario	2,40	14,28 €	34,27 €
	Costes indirectos	0,08	121,40 €	9,71 €

<b>1.2.1.3</b>	Conexionado y marcado Acometida			399,09 €
	Conexionado y marcado Acometida con Designación de Iberdrola o similar, incluso materiales empleados.	1,00	27,00 €	27,00 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	369,53 €	29,56 €
<b>1.2.1.4</b>	Tubo canalización enterrada			370,12 €
	Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 225 mm	35,50		0,00 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	344,93 €	27,59 €
<b>1.2.2</b>	Interior de la nave			20.581,04 €
<b>1.2.2.1</b>	Arqueta de 700x700x100 mm.			3.643,16 €
	Arqueta de 700x700x100 mm. Dimensiones interiores, construida en hormigón H- 200, según Pliego de Condiciones y plano adjunto, incluso mano de obra y material utilizado.	110,00	30,35 €	3.338,50 €
	Capataz	0,02	17,52 €	0,35 €
	Peon ordinario	2,40	14,28 €	34,27 €
	Costes indirectos	0,08	3.375,52 €	270,04 €
<b>1.2.2.1</b>	Bandeja perforada de acero galvanizado 400x100mm			2.296,65 €
	Bandeja perforada de acero galvanizado 400x100mm., incluso P.P de soportes a pared y elementos de unión y derivación y mano de obra de colocación.	50,00	35,68 €	1.784,00 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	2.126,53 €	170,12 €
<b>1.2.2.1</b>	Bandeja perforada de PVC, mod. Unex o similar ,de 400x60mm.			1.072,20 €

	Bandeja perforada de PVC, mod. Unex o similar ,de 400x60mm. Cerrada con tapa, incluso P.P de soportes a pared y elementos de unión y derivación y mano de obra de colocación.	15,00	43,35 €	650,25 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	992,78 €	79,42 €
<b>1.2.2.1</b>	<b>Bastidor de 5500x1500x600 mm</b>			<b>838,17 €</b>
	Bastidor de 5500x1500x600 mm de hierro galvanizado formado por tubo de perfil en frío con zarpas en sus extremos para anclaje a obra, y pintado al horno.	6,00	72,26 €	433,56 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	776,09 €	62,09 €
<b>1.2.1.4</b>	<b>Tubo aislante canalización empotrada</b>			<b>3.018,45 €</b>
	Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 225 mm	35,50	69,08 €	2.452,34 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	2.794,87 €	223,59 €
<b>1.2.1.4</b>	<b>Tubo aislante canalización empotrada</b>			<b>868,89 €</b>
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 32 mm	35,00	13,20 €	462,00 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	804,53 €	64,36 €
<b>1.2.1.4</b>	<b>Tubo canalización enterrada</b>			<b>501,79 €</b>
	Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 50 mm	6,00	20,35 €	122,10 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €

	Costes indirectos	0,08	464,60 €	37,17 €
<b>1.2.1.4</b>	Tubo aislante canalización empotrada			377,01 €
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 50 mm	4,00	1,65 €	6,60 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	348,60 €	27,89 €
<b>1.2.1.4</b>	Tubo canalización empotrada (EN/UNE 50086). DN: 25 mm			412,12 €
	Tubo canalización empotrada (EN/UNE 50086). DN: 25 mm	5,00	7,81 €	39,05 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	381,82 €	30,55 €
<b>1.2.1.4</b>	Tubo aislante canalización empotrada			3.004,44 €
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 20 mm	528,00	4,62 €	2.439,36 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	2.781,89 €	222,55 €
<b>1.2.1.4</b>	Tubo aislante canalización empotrada			845,24 €
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 40 mm	27,00	16,30 €	440,10 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	782,63 €	62,61 €
<b>1.2.1.4</b>	Tubo aislante canalización empotrada			383,64 €
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 12 mm	5,00	2,54 €	12,70 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €

	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	355,23 €	28,42 €
<b>1.2.1.4</b>	<b>Tubo aislante canalización empotrada</b>			<b>2.741,77 €</b>
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 16 mm	605,00	3,63 €	2.196,15 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	2.538,68 €	203,09 €
<b>1.2.1.4</b>	<b>Tubo aislante canalización empotrada</b>			<b>577,51 €</b>
	Tubo aislante canalización empotrada(EN/UNE 50086). DN: 63 mm	5,00	37,70 €	188,50 €
	Oficial de primera electricista	24,00	14,20 €	340,80 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Costes indirectos	0,08	581,03 €	46,48 €
<b>1.3</b>	<b>Cuadros Eléctricos</b>			<b>7.722,40 €</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Cuadro General de Distribucción</b>			<b>3.920,00 €</b>
	Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600 mm x1380 mm alto, de 24 módulos, para albergar todos los elementos de protección, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multiclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo.Totalmente instalado.	1,00	3.920,00 €	3.920,00 €
<b>1.3.2</b>	<b>Cuadro auxiliar 1</b>			<b>950,60 €</b>

	<p>Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600mm x 1080mm de altura, 24 modulos, para albergar todos los elementos de protección y maniobra, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo. Totalmente instalado.</p>	1,00	950,60 €	950,60 €
<b>1.3.3</b>	<b>Cuadro auxiliar 2</b>			<b>950,60 €</b>
	<p>Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600mm x 1080mm de altura, 24 modulos, para albergar todos los elementos de protección y maniobra, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo.</p>	1,00	950,60 €	950,60 €
<b>1.3.4</b>	<b>Cuadro auxiliar 3</b>			<b>950,60 €</b>
	<p>Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600mm x 1080mm de altura, 24 modulos, para albergar todos los elementos de protección y maniobra, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas,</p>	1,00	950,60 €	950,60 €

	tornillos, arandelas, multiclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo. Totalmente instalado.			
<b>1.3.5</b>	<b>Cuadro auxiliar 4</b>			<b>950,60 €</b>
	Armario metálico IP 30 completo de Merlin Gerin, ancho 600mm x 1080mm de altura, 24 módulos, para albergar todos los elementos de protección y maniobra, con puertas metálicas de cierre, tapas interiores para módulos de 150, 200, 250 mm de alto, raíles multi 9, placas de sujeción de elementos de caja moldeada, bloques de conexión, juegos cubrebornes, placas perforables, barras de cobre para distribución, pantallas, tornillos, arandelas, multiclip, soportes, compartimentos vertical y horizontal, y demás accesorios, completo. Totalmente instalado.	1,00	950,60 €	950,60 €
<b>1.4</b>	<b>Interruptores magnetotérmicos</b>			<b>17.295,90 €</b>
<b>1.4.1</b>	<b>NF1250-SW</b>			
	In: 1250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	4.587,26 €	4.587,26 €
<b>1.4.2</b>	<b>NF400-UEW</b>			
	In: 400 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	1.200,00 €	1.200,00 €
<b>1.4.3</b>	<b>NF160-FW</b>			
	In: 160 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	2,00	400,82 €	801,64 €
<b>1.4.4</b>	<b>NF125-SW</b>			
	In: 125 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	3,00	380,54 €	1.141,62 €
<b>1.4.5</b>	<b>NF250-SEP</b>			

	In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	1.450,00 €	1.450,00 €
<b>1.4.6</b>	NF100-SW			
	In: 100 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 30 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	320,45 €	320,45 €
<b>1.4.7</b>	EN60898 10kA Curva C			
	In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 10 kA; Tipo C; Categoría 3	1,00	108,60 €	108,60 €
<b>1.4.8</b>	Lexic DPX 125			
	In: 25 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 12 ÷ 35 kA; Curva I - t (Ptos.)	16,00	126,54 €	2.024,64 €
<b>1.4.9</b>	Lexic DPX-E 125			
	In: 63 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	5,00	245,30 €	1.226,50 €
<b>1.4.10</b>	Lexic DPX-E 125			
	In: 100 A; Un: 240 ÷ 500 V; Icu: 8 ÷ 22 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	206,3	206,30 €
<b>1.4.11</b>	C60L Curva B			
	In: 10 A; Un: 240 ÷ 440 V; Icu: 20 ÷ 50 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	45,75	45,75 €
<b>1.4.12</b>	EN60898 6kA Curva C			
	In: 10 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	8,00	42,5	340,00 €
<b>1.4.13</b>	EN60898 6kA Curva C			
	In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	9,00	24,5	220,50 €
<b>1.4.14</b>	EN60898 6kA Curva C			
	In: 25 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	1,00	35,2	35,20 €
<b>1.4.15</b>	C60N Curva B			
	In: 20 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	1,00	25,2	25,20 €

<b>1.4.16</b>	<b>EN60898 6kA Curva C</b>			
	In: 32 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo C; Categoría 3	1,00	43,5	43,50 €
<b>1.4.17</b>	<b>C60N Curva B</b>			
	In: 16 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	1,00	28,3	28,30 €
<b>1.4.18</b>	<b>Lexic DPX 400</b>			
	In: 250 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 16 ÷ 60 kA; Curva I - t (Ptos.)	1,00	1325,3	1.325,30 €
	Oficial de primera electricista	80,00	14,20 €	1.136,00 €
	Ayudante electricista	60,00	11,50 €	690,00 €
	Costes indirectos	0,02	16.956,76 €	339,14 €
<b>1.5</b>	<b>Interruptores diferenciales</b>			<b>7.606,37 €</b>
<b>1.5.2</b>	<b>Clase AC Instantáneos</b>			
	In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	2,00	163	326,00 €
<b>1.5.3</b>	<b>Clase AC Instantáneos</b>			
	In: 63 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	2,00	215,34	430,68 €
<b>1.5.4</b>	<b>Clase AC Instantáneos</b>			
	In: 80 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	1,00	340,25	340,25 €
<b>1.5.5</b>	<b>Clase AC Instantáneos</b>			
	In: 40 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	2,00	171,35	342,70 €
<b>1.5.6</b>	<b>DPX125/1600(I)</b>			
	In: 125 A; Un: 500 V; Id: 30 mA; (I)	2,00	521,84	1.043,68 €
<b>1.5.7</b>	<b>IEC60947-2 Instantáneos</b>			
	In: 25 A; Un: 400 V; Id: 30 mA; (I)	13,00	160,92	2.091,96 €
<b>1.5.8</b>	<b>IEC60947-2 Instantáneos</b>			
	In: 80 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	1,00	320,7	320,70 €
<b>1.5.9</b>	<b>IEC60947-2 Instantáneos</b>			
	In: 25 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	8,00	174,8	1.398,40 €

<b>1.5.10</b>	<b>IEC60947-2 Instantáneos</b>			
	In: 40 A; Un: 230 V; Id: 30 mA; (I)	2,00	169,01	
	Oficial de primera electricista	60,00	14,20 €	852,00 €
	Ayudante electricista	40,00	11,50 €	460,00 €
	Costes indirectos	0,02		0,00 €
<b>1.6</b>	<b>Líneas de distribución</b>			<b>36.924,03 €</b>
<b>1.6.1</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>20.041,30 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 240 mm <sup>2</sup> . Unipolar	315	60,58 €	19.082,70 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,05	19.086,96 €	954,35 €
<b>1.6.2</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>4.639,66 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 95 mm <sup>2</sup> . Unipolar	128,00	34,82 €	4.456,96 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,04	4.461,22 €	178,45 €
<b>1.6.3</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>549,86 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 50 mm <sup>2</sup> . Unipolar	32,00	16,88 €	540,16 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,01	544,42 €	5,44 €
<b>1.6.4</b>	<b>H07V</b>			<b>1.983,74 €</b>
	H07V Cobre Flexible, 4 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1803,00	0,98 €	1.766,94 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €

	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,12	1.771,20 €	212,54 €
<b>1.6.5</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>694,74 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 10 mm <sup>2</sup> . Unipolar	175,00	3,83 €	670,25 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,03	674,51 €	20,24 €
<b>1.6.6</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>77,02 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm <sup>2</sup> . Unipolar	30,00	2,40 €	72,00 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,01	76,26 €	0,76 €
<b>1.6.7</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>147,15 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 25 mm <sup>2</sup> . Unipolar	16,00	8,84 €	141,44 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,01	145,70 €	1,46 €
<b>1.6.8</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>1.577,65 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm <sup>2</sup> . Unipolar	264,00	5,73 €	1.512,72 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,04	1.516,98 €	60,68 €
<b>1.6.9</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>1.367,94 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 35 mm <sup>2</sup> . Unipolar	112,00	11,82 €	1.323,84 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €

	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,03	1.328,10 €	39,84 €
<b>1.6.10</b>	<b>H07V</b>			<b>816,61 €</b>
	H07V Cobre Flexible, 2.5 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1201,50	0,62 €	744,93 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,09	749,19 €	67,43 €
<b>1.6.11</b>	<b>H07V</b>			<b>1.614,82 €</b>
	H07V Cobre Flexible, 6 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1016,50	1,44 €	1.463,76 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,10	1.468,02 €	146,80 €
<b>1.6.12</b>	<b>H07V</b>			<b>744,61 €</b>
	H07V Cobre Flexible, 1.5 mm <sup>2</sup> . Unipolar	1818,00	0,37 €	672,66 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,10	676,92 €	67,69 €
<b>1.6.13</b>	<b>H07V</b>			<b>1.637,56 €</b>
	H07V Cobre Flexible, 10 mm <sup>2</sup> . Unipolar	630,00	2,40 €	1.512,00 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,08	1.516,26 €	121,30 €
<b>1.6.14</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>904,01 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 120 mm <sup>2</sup> . Unipolar	20,00	44,54 €	890,80 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €

	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,01	895,06 €	8,95 €
<b>1.6.15</b>	<b>RZ1 0,6/1 kV</b>			<b>127,37 €</b>
	RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 70 mm <sup>2</sup> . Unipolar	5,00	24,37 €	121,85 €
	Oficial de primera electricista	0,15	14,20 €	2,13 €
	Ayudante electricista	0,15	11,50 €	1,73 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos	0,01	126,11 €	1,26 €
<b>1.7</b>	<b>Toma de tierra</b>			<b>1.501,98 €</b>
<b>1.7.1</b>	<b>Toma de tierra (pica)</b>			<b>1.501,98 €</b>
	Toma tierra con pica cobriza de D=14,3mm y 2m de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35mm <sup>2</sup> conexionado mediante soldadura aluminotermica ITC-BT-18.	5,00	151,46 €	757,30 €
	Oficial de primera electricista	1,90	14,20 €	26,98 €
	Ayudante electricista	1,50	11,50 €	17,25 €
	Pica de tierra 2000/14,3 i/bri	5,00	13,60 €	68,00 €
	Conductor desnudo Cu 35mm <sup>2</sup>	150,00	4,02 €	603,00 €
	Costes indirectos	0,02	1.472,53 €	29,45 €
<b>1.8</b>	<b>Tomas de corriente e interruptores de luz</b>			<b>245,74 €</b>
<b>1.8.1</b>	<b>Pulsador</b>			<b>15,03 €</b>
	Mecanismo Pulsador Sin Piloto SIMON 82	1,00	4,00 €	4,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Portalámparas para obra	1,00	0,72 €	0,72 €
	Costes indirectos	0,02	238,48 €	4,77 €
<b>1.8.2</b>	<b>Interruptor unipolar</b>			<b>77,79 €</b>
	Interruptor Unipolar SIMON 27	25,00	2,80 €	70,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €

	Portalámparas para obra	1,00	0,72 €	0,72 €
	Costes indirectos.	0,02	76,26 €	1,53 €
<b>1.8.3</b>	<b>Toma de corriente trifásica</b>			<b>55,35 €</b>
	Toma de corriente trifásica 400 V. (3xF)+N+T	6,00	8,00 €	48,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Portalámparas para obra	1,00	0,72 €	0,72 €
	Costes indirectos.	0,02	54,26 €	1,09 €
<b>1.8.4</b>	<b>Toma de corriente monofásica</b>			<b>97,58 €</b>
	Toma de corriente monofásica 230 V. F+N+T	25,00	3,60 €	90,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Ayudante electricista	0,20	11,50 €	2,30 €
	Tubo PVC	1,00	0,59 €	0,59 €
	Cajas, regletas y material	1,00	0,40 €	0,40 €
	Costes indirectos.	0,02	97,58 €	1,45 €
<b>1.9</b>	<b>Compensación de la energía reactiva</b>			<b>6.100,00 €</b>
	Batería de condensadores de la serie CIRVAC VR-6 400/50 Hz, en concreto, VR 6/6 150 kVA-400. Repartida en bloques de 10+20+35+55+60 kVAr. Tensión: 400 V Dimensiones: 615x1330x400. Totalmente instalado	1,00	6.100,00 €	6.100,00 €
<b>2</b>	<b>Iluminación</b>			<b>29.103,26 €</b>
<b>2.1</b>	<b>RC125B W60L60 1xLED34S/840</b>			<b>8.609,72 €</b>
	RC125B W60L60 1xLED34S/840	95,00	76,74 €	7.290,30 €
	Lámpara led	95,00	5,48 €	520,60 €
	Oficial de primera electricista	25,00	14,20 €	355,00 €
	Ayudante electricista	25,00	11,50 €	287,50 €
	Costes indirectos.	0,02	7.816,04 €	156,32 €
<b>2.2</b>	<b>WT460C L1600 1xLED64S/840 WB</b>			<b>1.565,87 €</b>
	WT460C L1600 1xLED64S/840 WB	12,00	113,76 €	1.365,12 €

	Lámpara led	12,00	3,50 €	42,00 €
	Oficial de primera electricista	5,00	14,20 €	71,00 €
	Ayudante electricista	5,00	11,50 €	57,50 €
	Costes indirectos.	0,02	1.512,62 €	30,25 €
<b>2.3</b>	<b>DN570B 1xLED12S/827 PSED- E C</b>			<b>589,61 €</b>
	DN570B 1xLED12S/827 PSED- E C	18,00	25,00 €	450,00 €
	Oficial de primera electricista	5,00	14,20 €	71,00 €
	Ayudante electricista	5,00	11,50 €	57,50 €
	Costes indirectos.	0,02	555,50 €	11,11 €
<b>2.4</b>	<b>BY121P G2 1xLED205S/840 WB</b>			<b>5.789,96 €</b>
	BY121P G2 1xLED205S/840 WB	16,00	344,28 €	5.508,48 €
	Oficial de primera electricista	6,00	14,20 €	85,20 €
	Ayudante electricista	6,00	11,50 €	69,00 €
	Costes indirectos.	0,02	6.363,98 €	127,28 €
<b>2.5</b>	<b>BVP650 G2 29K 1xECO/740 S</b>			<b>9.511,60 €</b>
	BVP650 G2 29K 1xECO/740 S	10,00	919,91 €	9.199,10 €
	Oficial de primera electricista	5,00	14,20 €	71,00 €
	Ayudante electricista	5,00	11,50 €	57,50 €
	Costes indirectos.	0,02	9.200,00 €	184,00 €
<b>2.6</b>	<b>SD-1156</b>			<b>842,50 €</b>
	Foco Proyector Tipo LED SD1156 (EMERGENCIA)	4,00	175,00 €	700,00 €
	Oficial de primera electricista	5,00	14,20 €	71,00 €
	Ayudante electricista	5,00	11,50 €	57,50 €
	Costes indirectos.	0,02	700,00 €	14,00 €
<b>2.7</b>	<b>EVO-110</b>			<b>2.194,00 €</b>
	Tipo EVO-110 (EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN)	51,00	32,00 €	1.632,00 €
	Oficial de primera electricista	20,00	14,20 €	284,00 €
	Ayudante electricista	20,00	11,50 €	230,00 €
	Costes indirectos.	0,02	2.400,00 €	48,00 €

<b>3</b>	<b>Protección contra incendios</b>			<b>8.038,33 €</b>
<b>3.1</b>	<b>Central de incendios</b>			<b>799,45 €</b>
	Sum. y col. de central de detección de incendios convencional, modelo CD-4 de la marca Prodein o similar., compacta para 4 zonas. Distingue entre alarma de detector y pulsador por zona.	1,00	778,22 €	778,22 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Peón suelto	0,20	13,58 €	2,72 €
	Costes indirectos	0,02	783,78 €	15,68 €
<b>3.2</b>	<b>Pulsador manual de alarma</b>			<b>454,47 €</b>
	Sum. y col. de pulsador manual de alarma de incendio romper el cristal modelo PFE-L/B de la marca Prodein, de color rojo. Montaje en superficie con tapa de protección. Totalmente montado y conexionado.	16,00	27,50 €	440,00 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Peón suelto	0,20	13,58 €	2,72 €
	Costes indirectos	0,02	445,56 €	8,91 €
<b>3.3</b>	<b>Detector iónico</b>			<b>445,10 €</b>
	Sum. y col. de detector termovelocimétrico de alarma de incendio modelo IDT-01 de la marca Prodein, de tamaño reducido con sistema concentrador de calor y capacidad de rearme. Incluye base.	13,00	33,14 €	430,82 €
	Oficial de primera electricista	0,20	14,20 €	2,84 €
	Peón suelto	0,20	13,58 €	2,72 €
	Costes indirectos	0,02	436,38 €	8,73 €
<b>3.4</b>	<b>sirena interior</b>			<b>511,15 €</b>
	Sum. y col. de sirena interior electrónica circular modelo ISA-02 de la marca Prodein. Color rojo y alimentación de 12 a 24VDC. Consumo 75mA, 2 tonos seleccionables de ±95dB.	9,00	54,54 €	490,86 €
	Oficial de primera electricista	0,15	13,76 €	2,06 €
	Peón suelto	1,00	8,20 €	8,20 €

	Costes indirectos	0,02	501,12 €	10,02 €
<b>3.5</b>	<b>sirena exterior</b>			<b>32,03 €</b>
	Sum. y col. de sirena interior electrónica circular modelo ISA-02 de la marca Prodein. Color rojo y alimentación de 12 a 24VDC. Consumo 135mA, 2 tonos seleccionables de ±95dB.	2,00	10,57 €	21,14 €
	Oficial de primera electricista	0,15	13,76 €	2,06 €
	Peón suelto	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	31,40 €	0,63 €
<b>3.6</b>	<b>cable detección de incendios</b>			<b>389,91 €</b>
	Sum. y col. de cable detección de incendio 2x1,5 mm <sup>2</sup> LSOH. Instalado por el interior de tubos o bandejas portacables.	300,00	1,24 €	372,00 €
	Oficial de primera electricista	0,15	13,76 €	2,06 €
	Peón suelto	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	382,26 €	7,65 €
<b>3.7</b>	<b>señales de seguridad</b>			<b>88,50 €</b>
	Sum. y col. de señales de seguridad para los sistemas de protección de incendios para indicar la localización y naturaleza de los medios de alarma y alerta, medios de evacuación, vías de evacuación, equipos de lucha contra incendios, incluso accesorios	1,00	78,56 €	78,56 €
	Peón suelto	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	86,76 €	1,74 €
<b>3.8</b>	<b>extintor de incendio ABC</b>			<b>745,58 €</b>
	Sum. y col. de extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, marca Prodein, de eficacia 21A/113B-C, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR	19,00	38,04 €	722,76 €
	Peón suelto	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	730,96 €	14,62 €

<b>3.9</b>	<b>Extintor de incendio CO2</b>			<b>809,02 €</b>
	Sum. y col. extintor de CO2 de 2 Kg. de capacidad, marca Prodein	8,00	98,12 €	784,96 €
	Peón suelto	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	793,16 €	15,86 €
<b>3.10</b>	<b>Boca de incendio BIE</b>			<b>815,25 €</b>
	Sum. y col. de boca de incendio equipada (B.I.E.), marca Prodein, mod. STAR7V, compuesta por armario modular para colocación de BIE, con marco practicable con bisagras, con puerta transparente y cierre de resbalón con precinto de seguridad	3,00	263,00 €	789,00 €
	Oficial de primera fontanero	0,15	13,76 €	2,06 €
	Ayudante fontanería	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	799,26 €	15,99 €
<b>3.11</b>	<b>Tubería DIN 2448</b>			<b>2.947,87 €</b>
	Sum. y col. de tubería clase 2448 de 1½" de diámetro en acero negro, para recorridos en sala de máquinas, con una mano de pintura anticorrosiva y dos de acabado en color rojo, incluso parte proporcional de accesorios.	120,00	24,00 €	2.880,00 €
	Oficial de primera fontanero	0,15	13,76 €	2,06 €
	Ayudante fontanería	1,00	8,20 €	8,20 €
	Costes indirectos	0,02	2.880,26 €	57,61 €
<b>4</b>	<b>Ventilación</b>			<b>1.013,55 €</b>
<b>4.1</b>	<b>Ventilador impulsión</b>			<b>506,78 €</b>
	Ventilador axial mural soler y Palau (S/P), modelo HCBT/6-1000/H-X, de potencia 1,5kW, con hélices de aluminio de diámetro 1000mm.	2,00	184,17 €	368,34 €
	Oficial de primera electricista	5,00	14,20 €	71,00 €
	Ayudante electricista	5,00	11,50 €	57,50 €
	Costes indirectos	0,02	496,84 €	9,94 €

<b>4.1</b>	<b>Ventilador extracción</b>			<b>506,78 €</b>
	Ventilador axial mural soler y Palau (S/P), modelo HCBT/6-1000/H-X, de potencia 1,5kW, con hélices de aluminio de diametro 1000mm.	2,00	184,17 €	368,34 €
	Oficial de primera electricista	5,00	14,20 €	71,00 €
	Ayudante electricista	5,00	11,50 €	57,50 €
	Costes indirectos	0,02	496,84 €	9,94 €
<b>5</b>	<b>Seguridad y salud</b>			<b>5.572,36 €</b>
<b>5.1</b>	<b>Seg. y salud nivel medio bloque</b>			<b>3.092,54 €</b>
	Ejecución del Plan de Seguridad y Salud o estudio básico, por m2 construido en NAVE, con nivel medio de exigencia, previa aprobación por parte de la dirección facultativa del mencionado Plan o Estudio Básico, incluyendo instalaciones provisionales de obra y señalización, protecciones personales, protecciones colectivas; todo ello cumpliendo la reglamentación vigente.	1250,00	2,06 €	2.575,00 €
	Plan seg. y salud nivel medio	1,00	2,00 €	2,00 €
	Costes indirectos	0,20	2.577,70 €	515,54 €
<b>5.2</b>	<b>Acomet. prov. eléct. a caseta</b>			<b>201,89 €</b>
	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	1,00	102,44 €	102,44 €
	Acom. prov. eléc. a caseta	1,00	99,45 €	99,45 €
	Costes indirectos	1,00		0,00 €
<b>5.3</b>	<b>Acomet. prov. fontanería a caseta</b>			<b>334,55 €</b>
	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1,00	90,38 €	90,38 €
	Acom. prov. fontanería a caseta	1,00	87,57 €	87,57 €
	Costes indirectos	0,88	177,95 €	156,60 €
<b>5.4</b>	<b>Acomet. prov. saneam. a caseta</b>			<b>255,66 €</b>
	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1,00	74,98 €	74,98 €
	Acom. prov. saneam. a caseta	1,00	72,80 €	72,80 €
	Costes indirectos	0,73	147,78 €	107,88 €

<b>5.5</b>	<b>Alq. caseta ofic. + aseo</b>			<b>630,48 €</b>
	Mes de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo. Estructura metálica, asilamiento interior, revestimiento en PVC, puerta de chapa galvanizada, ventana de Al, instalación eléctrica a 220V, diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40W, enchufes para 1500W y punto de luz exterior de 60W.	2,00	105,06 €	210,12 €
	Alquiler de caseta con aseo	1,00	102,00 €	102,00 €
	Costes indirectos	1,02	312,12 €	318,36 €
<b>5.6</b>	<b>Casco de segur.</b>			<b>54,91 €</b>
	Casco de seguridad con desudador, homologado CE	20,00	1,87 €	37,40 €
	Casco de seg. hom.	1,00	1,82 €	1,82 €
	Costes indirectos	0,40	39,22 €	15,69 €
<b>5.7</b>	<b>Botas de seg.</b>			<b>534,24 €</b>
	Par de botas de seguridad homologadas CE.	20,00	25,45 €	509,00 €
	Par de botas de seg. homologadas	1,00	24,50 €	24,50 €
	Costes indirectos	0,25		0,74 €
<b>5.8</b>	<b>Red horiz. protec. huecos</b>			<b>40,76 €</b>
	Red horizontal para protección de huecos de poliamida de 75x75m. Se incluye colocación	10,00	3,57 €	35,70 €
	Oficial de segunda	0,08	14,50 €	1,16 €
	Peón suelto	0,08	13,58 €	1,09 €
	Red de segur.	0,30	0,95 €	0,29 €
	Anclaje a forjado.	3,00	0,32 €	0,96 €
	Costes indirectos	0,04	39,19 €	1,57 €
<b>5.9</b>	<b>Mallazo de protec. huecos</b>			<b>71,14 €</b>
	Mallazo electrosoldado de 15x15 cm para protección de huecos, incluido colocación y desmontado.	15,00	4,26 €	63,90 €
	Oficial de segunda	0,08	14,50 €	1,16 €

	Peón suelto	0,08	13,58 €	1,09 €
	Puntas plana 20x100	0,08	2,00 €	0,16 €
	Mallazo 15x15cm 1,35Kg/m2	1,00	2,10 €	2,10 €
	Costes indirectos	0,04	68,41 €	2,74 €
<b>5.10</b>	<b>Protec. andamio malla tupida</b>			<b>86,27 €</b>
	Protección vertical andamio con malla tupida plástica. Se incluye colocacion y desmontaje.	25,00	3,21 €	80,25 €
	Peón suelto	0,20	13,58 €	2,72 €
	Malla tupida tejido sintético	1,00	0,79 €	0,79 €
	Costes indirectos	0,03	83,76 €	2,51 €
<b>5.11</b>	<b>Barandilla tipo sargto. tablón</b>			<b>139,08 €</b>
	Barandilla con soporte sargento y tres tablonos en perímetro de forjados tanto en pisos como de cubierta. Se incluye colocación y desmontaje.	20,00	6,23 €	124,60 €
	Oficial de segunda	0,08	14,50 €	1,16 €
	Peón suelto	0,08	13,58 €	1,09 €
	Soporte tipo sargento	1,00	1,36 €	1,36 €
	Tablón madera 0,20x0,70m	1,00	3,00 €	3,00 €
	Costes indirectos	0,06	131,21 €	7,87 €
<b>5.12</b>	<b>Cartel indicat. Riesgo</b>			<b>39,49 €</b>
	Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30m sin soporte metálico, incluido colocación y desmontaje	5,00	6,23 €	31,15 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Cartel indicat. 0,30x0,30m	1,00	4,75 €	4,75 €
	Costes indirectos	0,06	37,26 €	2,24 €
<b>5.13</b>	<b>Cartel uso obligatorio casco</b>			<b>45,67 €</b>
	Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30m sin soporte metálico, incluido colocación y desmontaje	5,00	7,50 €	37,50 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Cartel indicat. 0,40x0,30m uso oblig. de casco	1,00	5,92 €	5,92 €
	Costes indirectos	0,02	44,78 €	0,90 €

<b>5.14</b>	<b>Cartel de prohibición de paso</b>			<b>45,67 €</b>
	Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30m sin soporte metálico, incluido colocación y desmontaje	5,00	7,50 €	37,50 €
	Peón suelto	0,10	13,58 €	1,36 €
	Cartel indicat. 0,40x0,30m prohib. El paso	1,00	5,92 €	5,92 €
	Costes indirectos	0,02	44,78 €	0,90 €

Número	Concepto	Importe (€)
1.	Instalación eléctrica.	145.495,82 €
2.	Iluminación.	29.103,26 €
3.	Protección contra incendios.	8.038,33 €
4.	Ventilación.	1.013,55 €
5.	Seguridad y salud.	5.572,36 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DEL MATERIAL</b>		<b>189.223,32 €</b>

El importe del presupuesto de ejecución del material de este proyecto asciende a ciento ochenta y nueve mil doscientos veintitrés y tres euros y dos céntimos.

Santander, Mayo de 2016.

## 7.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.

Número	Concepto	Importe (€)
1.	Presupuesto de ejecución del material.	189.223,32 €
2.	Proyecto y dirección de obra (10%).	18.922,33 €
3.	Gastos generales (16%).	30.275,73 €
4.	Total.	238.421,38 €
5.	I.V.A. (21%).	50.068,49 €
<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>		<b>288.489,87 €</b>

El importe de ejecución por contrata de este proyecto asciende a doscientos ochenta y ocho mil cuatrocientos ochenta y nueve y ocho euros y siete céntimos.

Santander, Mayo de 2016.

## 7.1 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.

Número	Concepto	Importe (€)
1.	Presupuesto de ejecución por contrata.	288.489,87 €
2.	Honorarios del proyectista (13%).	37.503,68 €
3.	Precio de tramitación de licencias (8%).	23.079,19 €
<b>PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN</b>		<b>349.072,74 €</b>

El importe del presupuesto para conocimiento de la administración de este proyecto asciende a trescientos cuarenta y nueve mil setenta y dos y siete euros y cuatro céntimos.

Santander, Mayo de 2016.

## **DOCUMENTO N°8: BIBLIOGRAFÍA.**

## Libros

- Diseño y cálculo de instalaciones eléctricas en Baja Tensión.  
Munilla-Lería, 2011.
  - Roberto Alonso González Lezcano.
  - Félix Aramburu Gaviola.
  - Rocío Sancho Alambillaga.
  
- Instalaciones eléctricas en Baja tensión: diseño, cálculo, dirección, seguridad y montaje.  
RA-MA, 2007.
  - Antonio Colmenar Santos.
  - Juan Luis Hernández Martín.
  
- Instalaciones contra incendios.  
Marcombo, 2008.
  - Jesús Manuel Quintela Cortes.

## Normas y Reglamentos.

En la realización del proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

- RBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- Normas UNE de referencia u otras para los materiales que puedan ser objeto de ellas.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de fecha 9 de marzo de 1971.
- Norma Tecnológica de la Edificación NTE, del Ministerio de la Vivienda, con relación a Instalaciones de Electricidad, Protección y Telefonía.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Ordenanzas Municipales particulares dictadas por el Excmo. Ayuntamiento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de 1995.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendio R.D. 2267/2004.

### Información técnica de catálogos.

- Tarifa Alumbrado Profesional. Philips 2014.
- Catálogo SAI. Legrand.
- Catálogo Prysmian group.
- Catálogo Dispositivos de Protección Mitsubishi.
- Catálogo Generalcable.
- Catálogo General Electric.
- Catálogo Sagelux.
- Catálogo Prodein.
- Catálogo Transformadores de MT/BT para soluciones de la Red de Distribución. Ormazabal.

### Páginas Web.

- <http://www.philips.es>
- <http://www.dialux.com>
- <http://www.sagelux.com>

- <http://www.novoferm.com>
- <http://www.aguilardecampoo.com>
- <http://www.generalcable.es>
- <http://www.prodeincendio.com>
- <http://www.solerpalau.es>
- <http://www.bibliocad.com>
- <http://www.naisa.com>
- <http://www.ormazabal.com>

### Soporte informático.

- AutoCAD 2012.
- DIALux 4.12.
- DIALux evo.
- Microsoft Word 2010.
- Microsoft PowerPoint 2010.
- Microsoft Excel 2010.
- CYPE 2013; Cypelec. Inst. eléctricas de baja tensión.
- MELSHORT2.