



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## TRABAJO DE FIN DE GRADO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



# Hoja identificativa

## Título del proyecto

Instalación eléctrica para una Planta de Reciclado de Cobre.

## Emplazamiento

Dirección: Polígono Ind Valle Güímar Manz e, local 11 E, código postal 38509

Localidad: Santa Cruz de Tenerife

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

## Autor del proyecto

Avinash Dhanani Alayón. Alumno de la universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Electrónica industrial y Automática

DNI: 79064471 – Q

Dirección: Calle La Rosa nº 81 1º Izquierda. C.P: 38001

Localidad: Santa Cruz de Tenerife

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

e – mail: [alu0100694864@ull.edu.es](mailto:alu0100694864@ull.edu.es)

## Peticionario

Universidad de La Laguna

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Dirección: Camino San Francisco de Paula s/n, Campus de Anchieta. San Cristobal de La Laguna.

922 84 50 31 e – mail: [esit@ull.edu.es](mailto:esit@ull.edu.es)

## Tutor/Tutora del proyecto

María de la Peña Fabiani Bendicho

e – mail: [mfabiani@ull.edu.es](mailto:mfabiani@ull.edu.es)





## Índice de tablas del proyecto

- Tabla 1. Descripción de la pre – trituradora. Apartado 2.1. de la Memoria*
- Tabla 2. Descripción de la trituradora. Apartado 2.1. de la Memoria.*
- Tabla 3. Descripción del horno de inducción. Apartado 2.1. de la Memoria.*
- Tabla 4. Descripción de las cargas de la instalación eléctrica. Apartado 2.2. de la Memoria*
- Tabla 5. Equilibrio de las cargas de la instalación eléctrica. Apartado 2.2. de la Memoria.*
- Tabla 2. ITC- BT – 19. Sección mínima de conductor de protección. Apartado 2.8. de la Memoria*
- Tabla 9 de la ITC - BT – 21. Diámetros exteriores mínimos de canalizaciones soterradas. Apartado 2.9. de la Memoria.*
- Tabla 5 de la ITC – BT – 21. Diámetros exteriores mínimos de los tubos empotrados. Apartado 2.9. de la Memoria.*
- Tabla 6. Intensidades calculadas para los interruptores automáticos. Apartado 2.10.1. de la memoria.*
- Tabla 1. ITC – BT – 23. Apartado 2.10.2. de la Memoria.*
- Tabla 7. Valores de los interruptores diferenciales que se deben instalar. Apartado 2.10.3. de la Memoria.*
- Tabla 8. Lúmenes mínimos según UNE 12464 conforme al área de trabajo y actividad. Apartado 2.12. de la memoria.*
- Tabla 9. Cargas asociadas a los circuitos de la instalación. Apartado 1.3. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla B. ITC – BT – 07. Intensidad máxima admisible para cables tipo RV o AL XZI. Apartado 1.4.1. y 1.5. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla A – 52 -1Bis ITC – BT – 19. Intensidad admisible (A) para cables con conductores de cobre no enterrados. Apartado 1.5. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 10. Dimensionado de los circuitos de la instalación. Apartado 1.5. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 11. Interruptores magnetotérmicos de la instalación. Apartado 1.6. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 12. Descripción de los fusibles de la instalación. Apartado 1.6. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 13. Descripción de los interruptores diferenciales. Apartado 1.6. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 14. Resultado de la resistencia de puesta a tierra. Apartado 1.7. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 15. Lúmenes mínimos según la Norma UNE 12464. Apartado 2. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 16. Luminaria seleccionada. Apartado 2. del Anexo de Cálculos.*
- Tabla 17. Descripción de la carga de fuego según área de trabajo. Apartado 6. del Estudio Contra Incendios.*
- Tabla 18. Elementos seleccionados para extinción de incendios. Apartado 7. del Estudio Contra Incendios.*
- Tabla 19. Características superficiales de los tubos. Apartado 3.2.1. del Pliego de Condiciones Técnicas.*
- Tabla 20. Características superficiales de los tubos. Apartado 3.2.1. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 21. Características superficiales de los tubos. Apartado 3.2.1. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 22. Características superficiales de los tubos. Apartado 3.2.1. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 23. Características de los tubos enterrados. Apartado 3.2.1. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 24. Características de canalizaciones superficiales. Apartado 3.2.6. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 25. Resistencias de aislamiento. Apartado 3.3.4. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 26. Indicadores de los motores según potencia. Apartado 3.8. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

*Tabla 27. Sección de conductores de tierra. Apartado 3.9.1. del Pliego de Condiciones Técnicas.*

## Índice de ecuaciones del proyecto

*Ecuación 1. Cálculo de la resistencia de tierra para electrodo de cable conductor en anillo. Apartado 2.11. de la Memoria*

*Ecuación 2. Cálculo de intensidad de los receptores trifásicos mediante la potencia prevista e instalada. Apartado 1.5. del Anexo de Cálculos.*

*Ecuación 3. Cálculo de la intensidad de los receptores monofásicos mediante la potencia prevista e instalada. Apartado 1.5. del Anexo de Cálculos.*

*Ecuación 4. Criterio de caída de tensión para líneas trifásicas. Apartado 1.5. del Anexo de Cálculos.*

*Ecuación 5. Criterio de caída de tensión para líneas monofásicas. Apartado 1.5. del Anexo de Cálculos.*

*Ecuación 6. Cálculo de la resistencia de tierra para electrodo de cable conductor en anillo. Apartado 1.7. del Anexo de Cálculos.*

*Ecuación 7. Carga de incendio para almacenes. Capítulo 6. del Estudio Contra Incendios.*

*Ecuación 8. Carga de fuego en labores distintas de almacenamiento. Capítulo 6. del Estudio Contra Incendios.*

## Índice de imágenes del proyecto

*Imagen 1. Ilustración del emplazamiento de la industria (desde Google maps). Apartado 1.6. de la Memoria.*

*Imagen 2. Ilustración de las vías de acceso a la industria (desde Google maps). Apartado 1.6. de la Memoria.*

*Imagen 3. Código de colores de los conductores. Apartado 2.7. de la Memoria.*

*Imagen 4. Informe simple de la luminaria del almacén de materia prima. Apartado 2.12. de la memoria.*

*Imagen 5. Informe simple de la luminaria del almacén de cobre producido. Apartado 2.12. de la Memoria.*

*Imagen 6. Informe simple de la luminaria de la sala de comercio. Apartado 2.12. de la Memoria.*

*Imagen 7. Informe simple de la luminaria de la planta de proceso. Apartado 2.12. de la Memoria.*

*Imagen 8. Señalización contra incendios y para casos de emergencia. Capítulo 6. del Estudio Contra Incendios.*

*Imagen 9. Señalización en entornos laborales con riesgo eléctrico. Capítulo 3. del Estudio Básico de Seguridad y Salud.*

*Imagen 10. Señalización de prohibición en la instalación. Capítulo 3. del Estudio Básico de Seguridad y Salud.*

*Imagen 11. Señalización de advertencia en el entorno laboral. Capítulo 3. del Estudio Básico de Seguridad y Salud.*



# ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

1. Abstract
2. Memoria
3. Anexos
4. Estudio Contra incendios
5. Estudio Básico de Seguridad y Salud
6. Pliego de condiciones técnicas
7. Medición y Presupuesto
8. Planos





ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## ABSTRACT

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**





## **ABSTRACT**

This is the purpose of realizing the electrical installation of a copper recycling plant that will be launched in Tenerife.

The power capacity that has been selected has been 180Kw contracted under low voltage. The petitioner seeks to create a company dedicated to the care of the environment by recycling one of the most used minerals in the world, copper.

This is a proposal that will include the sizing of the power wiring for the installation in general terms, as well as the selection of the machinery necessary for the recycling process.

In addition, in order to guarantee the safety of the establishment and of the workers, we are entrusted with the performance of a study against fire and a basic safety and health study.

The establishment of which is available is located in the industrial estate of Güímar, located in Arafo, Santa Cruz de Tenerife. It has an area of 1033 square meters of which 913 are useful and are practically prepared for this type of industrial processes, because it presents a system of ventilation and extraction of smoke and a system of sanitary water for the workers themselves.

With respect to the electrical dimensioning, the connection of the installation and the protection switchgear of the General Protection and Measurement Box. Subsequently, the two power lines that will be destined for the machinery and the luminaire of the premises will be dimensioned. From the machinery table, the wiring of the main machine of the industrial process will be dimensioned; And from the panel of the luminaire will be dimensioned three Sub - panels, each one destined to a sector of luminaire of the establishment.

A series of fuses will be installed in order to guarantee protection against short-circuits and overvoltages, as well as a specific over-voltage protection to avoid overloads

due to atmospheric conditions. In addition, a power control switch will be included to ensure the protection of the entire load of the installation.

Also the magnetic - thermal switches required by each panel and sub - panel of the electrical installation will be dimensioned. As well as the differential switches and earthing of the same. The conclusions obtained through sizing have been as follows:

Protected overhead sunshine of section 240 square millimeters of copper with a maximum allowable current of 540 amps which feeds the 180Kw of the installation.

Of the power lines, by the machinery the cable will be buried directly and of the same section that the attack, supporting an intensity of 445 amps since it feeds to the picture of the machinery that will be of 165Kw. From there the sections of the cables of each machine will be of 35 square millimeters for the pre - crusher, of 25 square millimeters for the induction furnace, and two cables of 16 square millimeters, one for the crusher and another for the machine Copper wire

The power supply for the luminaire board will be 1.5 square millimeters, a built-in PVC cable to supply the 4.5 Kw of the luminaire board.

Of each Sub - panel there are two with the same section that is of 1.5 square millimeters and a third of 2.5 square millimeters, all of them embedded in the wall.





ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## MEMORIA

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Aspectos generales del proyecto.....	2
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Alcance.....	3
1.3. Antecedentes.....	3
1.4. Peticionario.....	4
1.5. Alumno y redactor.....	4
1.6. Emplazamiento.....	5
1.7. Descripción del edificio.....	6
1.8. Descripción de la actividad.....	8
1.9. Legislación.....	10
2. Descripción de la propuesta técnica.....	10
2.1. Actividad programada.....	10
2.2. Definiciones.....	13
2.3. Previsión de cargas y potencia instalada.....	14
2.4. Suministro.....	16
2.5. Tipo de esquema de conexión.....	18
2.6. Caja General de Protección.....	19
2.7. Derivaciones Individuales.....	19
2.8. Cuadros eléctricos y sub – cuadros.....	20
2.9. Sección de los conductores.....	21
2.10. Sección de protección.....	21
2.11. Canalizaciones.....	23
2.12. Sistemas de protección.....	24
2.12.1. Protecciones contra sobre intensidades.....	26
2.12.2. Protecciones contra sobre tensiones.....	30
2.12.3. Protecciones contra contactos directos e indirectos.....	32
2.13. Puesta a tierra.....	35
2.14. Luminaria.....	37
2.15. Protección contra – incendios.....	41
3. Conclusion.....	43

## 1. Aspectos generales del proyecto

El cobre es uno de los minerales más utilizados hoy en día. Debido a que tiene muchas propiedades estructurales y gran conductividad eléctrica. De hecho, es el material más común para la elaboración de cables de transporte eléctrico, así como la base para crear circuitos, y concretamente en electrónica, es la materia prima para la elaboración y desarrollo de circuitos impresos, componentes muy importantes para todo tipo de maquinaria.

Además, la tecnología y la electrónica de consumo, así como la demanda de generación y transporte eléctrico, crecen exponencialmente. Esto ha provocado que se tenga que emplear métodos que proporcionen una estabilidad en la producción de estos materiales, sin tener que seguir consumiendo los recursos que nos proporciona el planeta.

Sin embargo, hoy en día se conoce que el cobre, tal y como hemos dicho, la principal fuente común y útil para la elaboración de circuitos y cableado para las instalaciones eléctricas es 100% reciclable. Un ejemplo de la importancia del reciclaje, en 2014 la sociedad china se vio en una situación de oferta - demanda que no pudieron resolver en un primer momento, debido a la falta de materia prima, hasta que emplearon el reciclaje del cobre, consiguiendo reciclar dos millones de toneladas de este mineral. Gracias a ello pudieron solventar su problema en gran medida y debido a ello hoy en día se sigue promoviendo el reciclaje de este mineral, al igual que el del aluminio.

La idea de este proyecto se basa en la puesta a punto de una planta de reciclado de cobre para Canarias, empezando con una sede en Tenerife; situada concretamente en el polígono industrial de Güímar, Arafo. La función principal de esta planta será la adquisición de los cableados obsoletos de las instalaciones más viejas, así como de las chatarreras de prácticamente toda la isla, y mediante el proceso de reciclado, comercializarla de nuevo para su uso, por un lado, en placas de cobre de cierta dimensión; y por otro, como cable de cobre de distintas secciones.

Se consideró esta propuesta debido a que el reciclaje es una muy buena opción para equilibrar la continua explotación de los yacimientos mineros del cobre, aunque este planteamiento sea a pequeña escala, supondrá un avance con el que se pretende mejorar el planeta.

### **1.1. Objeto**

La propuesta tiene como objetivo diseñar la instalación eléctrica, exponiendo las descripciones y dando las soluciones pertinentes del dimensionamiento de la luminaria interior, maquinaria y elementos eléctricos para las puertas de acceso del establecimiento. Además, se incluirá un estudio contra – incendios para proceder con la seguridad integral del establecimiento. Y un estudio básico de seguridad y salud que sirva de prevención para los trabajadores de la empresa en cuestión.

### **1.2. Alcance**

Por una parte, esta propuesta se ocupará de la selección de los elementos de iluminación interior del recinto.

Por otro lado, se diseñará la instalación en baja Tensión del establecimiento, considerando los elementos de distribución eléctrica, mecanismos de protección y los sistemas de calidad de suministro eléctrico.

También se contemplarán las medidas de seguridad y salidas de emergencia del establecimiento, que se describirán tanto en el proyecto como en el estudio contra – incendios.

### **1.3. Antecedentes**

El promotor busca tener una industria que innove y sea justa con el planeta, por ello quiere dejar a disposición de su nave industrial el proceso de reciclado, escogió el cobre debido a las razones ya descritas anteriormente.



El promotor busca realizar una instalación de maquinaria que no pase de unos costes superiores a 80 mil euros, pero que en lo posible sea lo más ecológico para respetar el medio ambiente.

El establecimiento presenta ya una instalación de agua sanitaria, por lo que no es objeto de este proyecto, también cuenta con su área de extracción de humos y ventilación. El establecimiento cuenta con el espacio y las condiciones para instalar la maquinaria, aunque no dispone de ellas, por ello es necesaria una selección de este tipo.

Además, se dispondrá del punto de conexión localizado a 100 metros de distancia del establecimiento, proporcionado por la empresa suministradora.

#### **1.4. Peticionario**

Promotor: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología.

Dirección: Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, San Cristóbal de La Laguna, 38206, Tenerife.

Tutor del TFG: María de la Peña Fabiani Bendicho

Correo electrónico: mfabiani@ull.edu.es

#### **1.5. Alumno y redactor**

Título: Instalación eléctrica de una planta de reciclado de cobre.

Autor: Avinash Dhanani Alayón

Grado: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

DNI: 79064471 – Q

Dirección: Calle La Rosa nº 81 1º Izq.

Contacto: 677 30 20 28

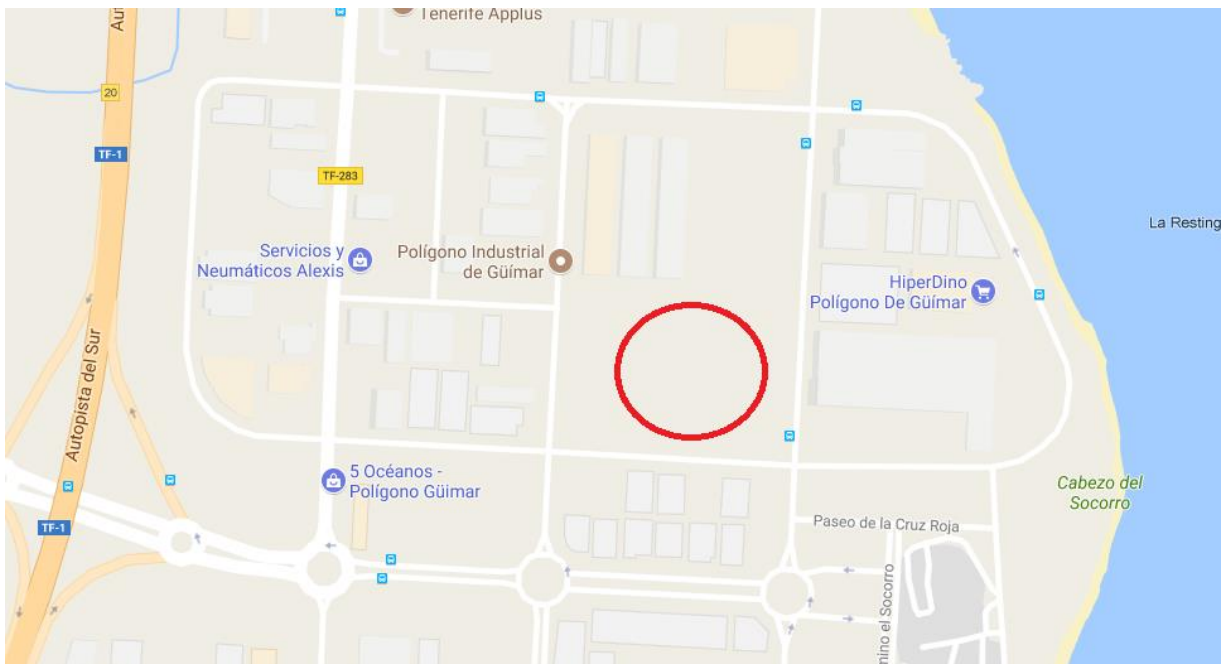
Correo electrónico: [alu0100694864@ull.edu.es](mailto:alu0100694864@ull.edu.es)

## 1.6. Emplazamiento

El establecimiento se encuentra ubicado en la zona sur del polígono industrial de Güímar, Santa Cruz de Tenerife.

La dirección es:

Polígono Ind Valle Güímar Manz e, local 11 E, código postal 38509.



*Imagen 1. Ilustración del emplazamiento de la industria (desde Google maps).*

Las vías de acceso son: por un lado, tenemos las dos entradas que proporciona la autopista TF-1 del sur de la isla que dan acceso a dos rotondas de múltiple salida. Desde ahí se encuentra la señalización correspondiente con el polígono industrial. Por otro lado, tenemos la Calle del Socorro y el Camino Samarines como acceso de carretera general

desde el sur, y desde la parte orientada a Santa Cruz de Tenerife tenemos la TF-283 aparte de la ya mencionada TF-1.

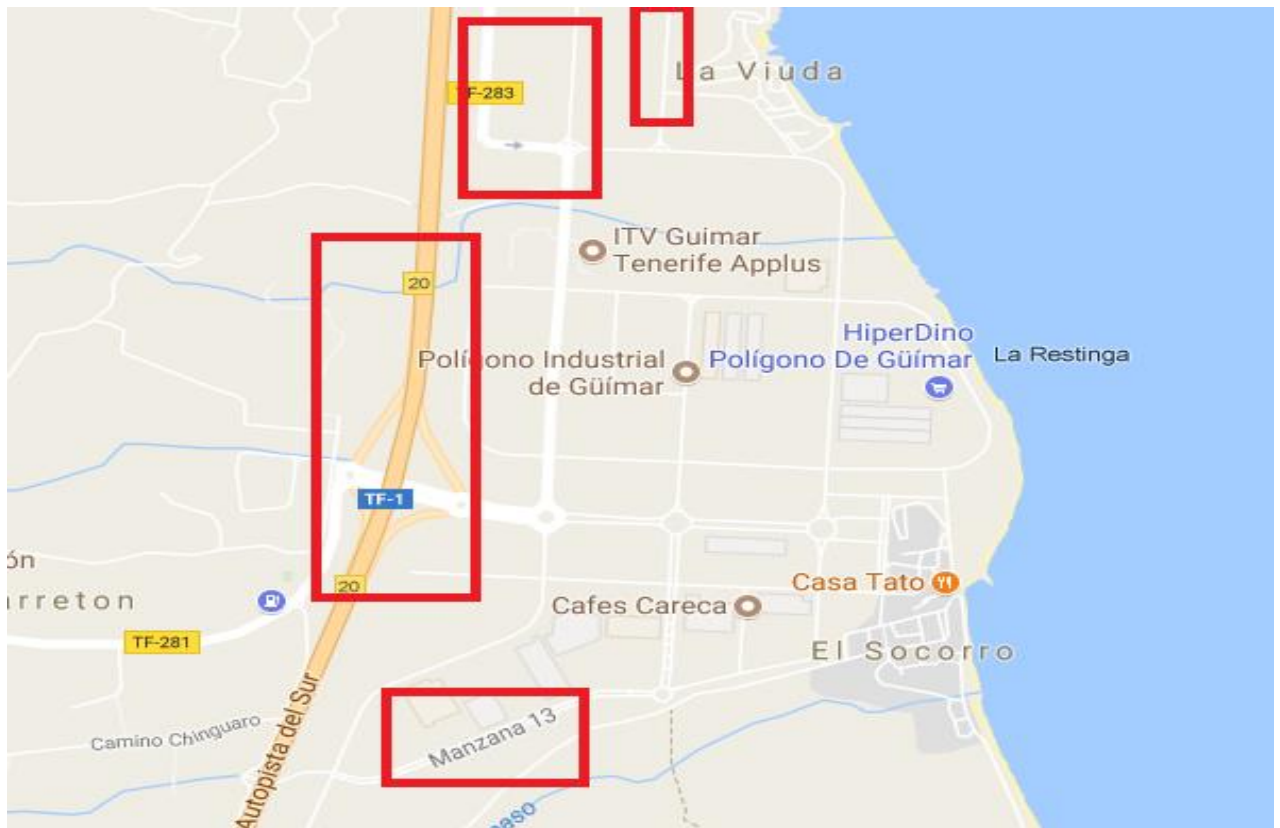


Imagen 2. Ilustración de las vías de acceso a la industria (desde Google maps).

## 1.7. Descripción del edificio

El edificio tiene una superficie total de 1033 metros cuadrados y resulta ser de una única planta. Presenta una entrada principal para los trabajadores situada en la cara este del establecimiento. Dará a la sala comercial, donde habrá otras dos puertas; una destinada a los aseos del establecimiento, y la otra, a la planta central.

Además, se dispondrá de una entrada este correspondiente al almacén de producto, el acceso será principalmente para vehículos de transporte. Y otra entrada por la parte oeste de la instalación, que se corresponde con el almacén de materia prima. Principalmente empleada para vehículos de transporte.

La superficie útil del establecimiento es de 913 metros cuadrados, se divide en varias áreas para su uso determinado: un almacén destinado al depósito de materia prima que en nuestro caso es el cobre obtenido de las chatarrerías, la planta de reciclado del cobre obtenido como tal, el almacén de cobre reciclado que se empleará para guardar tanto el cable producido como las planchas producidas para su futura comercialización, y por último, una sala comercial, donde se comercializará el cobre reciclado para otras empresas que requieran de él.

Las dimensiones de cada una de las áreas de la instalación son las siguientes:

Por una parte, tenemos el almacén destinado a la materia prima que se va a emplear en la planta. Su dimensión es de 160 metros cuadrados de área útil, y de perímetro exterior de 54 metros, una longitud de 15 metros, una anchura de 12 metros y una altura de 6 metros; está adosado a la planta de reciclaje.

Por otro lado, tenemos el emplazamiento donde se va a realizar las actividades de reciclado de dicha materia prima. Presenta unas dimensiones de 575 metros cuadrados de área útil y un perímetro externo de 100 metros; puesto que su longitud es de 25 metros al igual que su anchura, y con una altura de 6,5 metros. Adosada a los dos almacenes y a la sala de comercio respectivamente.

Después, tenemos el almacén de producto terminado, donde se guardarán todos los cables reciclados en nuevo cableado y placas de cobre en proporción del 75% cableado reciclado y 25% placas de cobre aproximadamente. Sus dimensiones son 138 metros cuadrados, 12 metros de longitud y 13 metros de anchura, y un perímetro exterior de 50 metros con una altura de 6 metros.

Por último, tenemos la sala de comercio, donde se llevarán a cabo todas las actividades referentes a la venta de producto reciclado de cobre. Sus dimensiones son de 45 metros cuadrados, con un perímetro exterior de 28 metros con, 8 metros de longitud y 6 metros de ancho, y una altura de 3 metros. Se encuentra adosado a la zona de vestuarios del personal de la planta, que presenta unas dimensiones de 18 metros cuadrados con un

perímetro exterior de 20 metros, 6 metros de longitud y 4 metros de ancho con una altura de 3 metros.

El establecimiento, como se describió anteriormente, ya presenta un sistema de agua sanitaria que se corresponde con la zona de vestuarios y la sala comercial de la instalación; por lo que no es objeto de este proyecto el realizar una propiamente dicha.

El edificio presenta de una instalación de ventilación que asegura la libre circulación de aire fresco entre el entorno exterior y el edificio, además de una instalación de extracción de humos preparada para el caso de desarrollarse cualquier tipo de instalación industrial.

La instalación tendrá una salida para trabajadores principalmente, aparte de las salidas de los almacenes que se emplearán tanto para vehículos como para trabajadores siempre y cuando se respeten las señalizaciones correspondientes. Además, se tendrán en cuenta también las salidas de seguridad contra- incendio, un total de 4 salidas adicionales.

## **1.8. Descripción de la actividad**

La empresa contará con los activos correspondientes a la actividad industrial a desarrollarse. Esta empresa se considera privada.

La actividad principal es el reciclaje del cobre tomando como materia prima los cableados obsoletos de las chatarreras e instalaciones que busquen dónde depositar sus cableados antiguos. El proceso en sí se lleva a cabo en la planta y se desarrolla de la siguiente manera:

Inicialmente, se lleva mediante cinta transportadora los cables provenientes del almacén primario y llegan a un área de pre-triturado. Ahí mediante la máquina de pre-triturado se consigue eliminar gran parte de la cobertura de los cables y dejar al desnudo el cobre de los mismos.

Posteriormente, continúan en la cinta y son depositados en la trituradora, donde son convertidos esos núcleos de cobre en virutas muy ligeras y preparadas para su posterior tratamiento que es la fundición.

Una vez triturados correctamente, las virutas de cobre son depositadas en el horno de inducción donde son fundidas a más de 800 ° centígrados. Una vez llegada la masa suficiente a la fundición, se va vaciando el horno en moldes de superficie de 1 metro cuadrado y de espesor 1,5 milímetros.

Una vez se rellenan los moldes, estos son enfriados hasta llegar a una temperatura idónea para su baño en sustancia electrolítica, un proceso de depuración que da como resultado final las placas de cobre al 99,9% de pureza.

Una vez finalizado este proceso ocurren dos opciones, por un lado, las placas se van almacenando en el área de destino; y por otro, una proporción bastante grande se desvía nuevamente a la zona del horno de inducción.

Esta derivación se realizará para fundir esas placas puras en cobre y producir los diferentes cableados, esto es; una vez que las placas de cobre son fundidas nuevamente, se vierten por railes donde se va enfriando hasta un punto donde son maleables mediante la maquinaria hiladora de cobre. Esto da como resultado una serie de cableado de cobre completamente reciclado de total pureza a diferentes diámetros.

Una vez obtenido ambos productos, se recurre a la siguiente actividad que es la comercialización. Llegados a este sector, se contará con personal administrativo de la empresa, así como un comercial en el campo de venta de este tipo de materiales. En la sala comercial se dispondrá de una zona de recepción para los clientes, sin considerar de pública concurrencia.

Las condiciones de trabajo en el proceso de reciclado conllevan a un riesgo laboral a tener en cuenta, debido a que los operarios van a tener que lidiar con maquinaria pesada y peligrosa como son las trituradoras y con un horno que lleva el material a una temperatura muy elevada. Esto implica que tanto el diseño como la prevención de riesgos laborales serán una medida que resultará muy útil a la hora de elaborar la instalación.

Por otro lado, el sector de comercialización como el de almacenamiento presentan un riesgo laboral bajo-medio y en el caso de los almacenes un nivel de riesgo alto debido a la capacidad de almacenaje de cobre, que se depositarán en cajas y palés de madera. Por lo que un previo estudio contra-incendios será necesario para la propuesta.

## **1.9. Legislación**

Real Decreto 832/2002, de 2 de agosto, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, actualizado según el RD 560/2010.

Norma UNE – EN 12464 -1: 2003. Norma europea sobre la luminaria de interiores.

Norma UNE 20451: 1997. Requisitos generales para envolventes de accesorios para instalaciones eléctricas fijas de usos domésticos y análogos.

Norma UNE – EN 60439 – 3. Conjuntos de aparamenta para baja tensión.

Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Canarias.

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 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

## **2. Descripción de la propuesta técnica**

### **2.1. Actividad programada**

Inicialmente se dimensionará la acometida que deberá llevar la alimentación a toda la instalación eléctrica en sí, posteriormente se seguirá con dos líneas de alimentación que irán destinadas por un lado a la maquinaria de la planta, y por otro a la

luminaria, varias tomas de fuerza de la sala comercial y los motores de las puertas de levadizas del establecimiento; hasta este punto estaremos trabajando en tensión trifásica. En el caso de la línea de alimentación para la luminaria y los motores, tendrá tres sub – cuadros que trabajarán a tensión monofásica, alimentando cada uno a un circuito en concreto, denominados CLM1, CLM2 y CLM3.

Los elementos y maquinaria necesaria para llevar a cabo las labores serán:

- Cinco motores monofásicos para las puertas de los almacenes y las que interconectan la planta de procesado de cobre entre los almacenes.
- La pre-trituradora de cobre.
- La trituradora de cobre.
- El horno de inducción.
- La máquina de generación de cable de cobre.
- Las tomas de corriente de la sala de comercio.
- La luminaria correspondiente de cada área de trabajo de la planta.

También se ha realizado un estudio acerca de la maquinaria disponible en el mercado con la condición de un cumplimiento del objetivo de no sobrepasar una potencia de 170Kw en total y un valor de mercado que no exceda de los 40 mil euros en maquinaria. Con ello se ha llegado a la selección de la siguiente maquinaria.

En principio, se buscó un horno que fuera un poco más potente, para aumentar la producción de cobre fundido y hacer así más cables. Pero la potencia que consumía era de 500kw. Esto supondría la contratación en media tensión y el diseño de un transformador para poder alimentar el horno en sí, pues trabajaba a una tensión de 750 V.

Por otro lado, para ajustarse al presupuesto que se nos encargó hubo que buscar las máquinas generadoras de cable que se adaptaran a nuestras necesidades. Algunas provocaban el mismo problema que el horno de inducción, pues su solicitud de potencia era mucha para la que se tenía a disposición, ya que el consumo de la máquina era de 250kw. Sin embargo, se pudo conseguir una capaz de ajustarse gracias a que trabajaba a



una potencia de 30kw y sus dimensiones no eran demasiado grandes para poder trabajar con ella.

En cambio, para los trituradores, gracias a que la idea del reciclaje está arraigándose cada día más, se pudo encontrar una empresa que ofertaba lo necesario y garantizaba la fidelidad.

Conocido esto, las máquinas que hemos seleccionado han sido:

- Un pre – triturador de cableado que presenta las siguientes características:

Características del pre-triturador	
Rotor	840 mm diámetro
Longitud del rotor	1400 milímetros
Dimensiones de admisión	1580x1400 (mm)
Nº cuchillas/rotor	11
Nº cuchillas fijas	13
Motor principal Kw	55 Kw
R.P.M	33

*Tabla 1. Descripción de la pre - trituradora*

Proveedor SILMISA maquinaria.

- Una trituradora de cableado con las siguientes características:

Características del triturador	
Rotor	650 mm diámetro
Longitud del rotor	550 milímetros
Dimensiones de admisión	796x550 (mm)

Nº cuchillas/rotor	6/10
Nº cuchillas fijas	4
Motor principal Kw	30 Kw
Tamiz	8/100 de diámetro

*Tabla 2. Descripción de la trituradora*

Proveedor SILMISA maquinaria.

- Un horno de inducción con las siguientes especificaciones:

Características del horno	
Tensión de trabajo	Trifásica/380 V/50Hz
Potencia	45Kw
Corriente de trabajo	15 – 95 A
Tensión de salida	70 – 550 V
Capacidad máxima	50 Kg

*Tabla 3. Descripción del horno de inducción*

Proveedor empresa Alibaba.com.

## 2.2. Definiciones

A continuación, se definen ciertas siglas que se emplearán a lo largo de la Memoria y el Anexo de Cálculos del proyecto:

- CPM: Caja General de Protección y Medida.
- CG1: Cuadro General de mando y Protección de la maquinaria de la instalación.
- CG2: Cuadro General de Mando y Protección de la luminaria y motores de la instalación.
- CLM1: Sub – Cuadro de luminaria del almacén de materia prima, parte de la luminaria de la planta de proceso y dos motores de puertas levadizas.

- CLM2: Sub – Cuadro de parte de la luminaria de la planta de proceso y dos motores de puertas levadizas.
- CLM3: Sub – Cuadro de la luminaria del almacén de cobre producido, de la sala de comercio, del vestuario y del motor de la puerta levadiza del almacén de producto.
- CPT: Circuito que alimenta a la Pre – trituradora.
- CT: Circuito que alimenta de la Trituradora.
- CHI: Circuito que alimenta al Horno de inducción.
- CGC: Circuito que alimenta la máquina generadora de cable de cobre.
- LA1: Luminaria del almacén de materia prima.
- LP35: 35 por ciento de la luminaria de la planta de proceso.
- M1: Los dos motores de las puertas levadizas del almacén de materia prima.
- LP65: 65 por ciento de la luminaria de la planta de proceso.
- M2: Los dos motores de las puertas levadizas situadas en la planta de proceso.
- LA2: Luminaria del almacén de producto de cobre.
- LCS/V: Luminaria de la Sala de Comercio y Vestuario.
- M3: Motor de la puerta levadiza del almacén de producto de cobre.
- DI – CG1: Derivación Individual destinada para el Cuadro General de la maquinaria.
- DI – CG2: Derivación Individual destinada para el Cuadro General de la luminaria y los motores de las puertas levadizas.

### **2.3. Previsión de cargas y potencia instalada**

Según la ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión se considera que para los edificios destinados a actividades industriales la potencia prevista será considerada como mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta; con un mínimo admisible de 10350 W a 230 V de alimentación y con un coeficiente de simultaneidad de 1.

En nuestro caso, las áreas útiles de la planta se corresponden con 913 metros cuadrados que dan lugar a una potencia prevista de 114,125 Kw. Las cargas que se prevén son:

Elementos/Circuitos	Cantidad	Potencia (w)	Tensión (V)	Intensidad (A)
Luminaria almacén de materia prima	24	412,8	230	2
Luminaria almacén de cobre reciclado	27	464,4	230	2,24
Luminaria de la sala comercial y vestuario	7	373	230	1,8
Luminaria de la planta de reciclado de cobre	78	1990	230	9,61
Motor puerta levadiza exterior de almacén de materia prima	1	250	230	2,17
Motor puerta levadiza interior de almacén de materia prima	1	250	230	2,17
Motor puerta levadiza exterior de almacén de cobre reciclado	1	250	230	2,17
Motor puerta levadiza interior de planta de cobre	1	250	230	2,17
Motor puerta levadiza interior de planta de cobre	1	250	230	2,17

Toma de corriente de la sala comercial	2	300 (x2)	230	2,61 (x2)
Pre- trituradora	1	55000	400	92,96
Trituradora	1	35000	400	59,16
Máquina generadora de cable de diferente sección	1	30000	400	50,70
Horno de inducción	1	45000	400	73,78

Tabla 4. Descripción de las cargas de la instalación eléctrica.

<b>Circuito/elemento</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>R</b>	<b>S</b>	<b>T</b>
Luminaria almacén de materia prima	412,8		x	
Luminaria almacén de cobre reciclado	464,4			x
Luminaria de la sala comercial y vestuario	373			x
Luminaria de la planta de reciclado de cobre	1990	(65%)x	(35%)x	
Motor puerta levadiza exterior de almacén de materia prima	250		x	
Motor puerta levadiza interior de almacén de materia prima	250		x	

Motor puerta levadiza exterior de almacén de cobre reciclado	250			x
Motor puerta levadiza interior de planta de cobre	250	x		
Motor puerta levadiza interior de planta de cobre	250	x		
Toma de corriente de la sala comercial	300 (x2)			x
Horno de inducción	45000	x	x	x
Pre – triturador	55000	x	x	x
Triturador	35000	x	x	x
Máquina hiladora de cobre	30000	x	x	x
Potencia por fase		166793,5 W	166609,3 W	167587,4 W

*Tabla 5. Equilibrio de las cargas de la instalación eléctrica.*

Una vez descritas las cargas que se busca instalar, la potencia se corresponde con la suma de los elementos mínimos de trabajo:

- Luminaria total: 3,132Kw.
- Motores de las puertas levadizas: 1,25 Kw.
- Horno inducción: 45 Kw.
- Pre-trituradora: 55 Kw.
- Trituradora: 35 Kw.
- Máquina generadora de hilo de cobre: 30 Kw.
- Tomas de corriente de la sala comercial: 600w.

La potencia total resulta ser una cantidad de 170,88 Kw. Se instalará una potencia de 180 Kw con la finalidad de ajustarnos únicamente a lo que necesita el establecimiento, dejando un margen aproximado de 9Kw.

## **2.4. Suministro**

El punto de conexión se nos ha asignado a 100 metros de la instalación, aportando una tensión de línea de 400 V.

La acometida pertenece a la empresa distribuidora y parte desde la red de distribución, hasta la Caja General de Protección y Medida (CGPM). No obstante, su diseño y ejecución es responsabilidad del usuario en cuestión.

El tipo de instalación que se ha diseñado es soterrado. La acometida no podrá traspasar zonas privadas; por lo que recorrerá la vía pública, que en nuestro caso es una línea recta de 100 metros hasta la instalación. Su diámetro exterior de los tubos de canalización es de 225 mm. La sección de las fases es de 240 mm<sup>2</sup> 3XLPE y de sección de cable protector de 120 mm<sup>2</sup> soportando una intensidad de corriente máxima de 520 amperios.

## **2.5. Tipo de esquema de conexión**

El esquema en que se va a realizar la instalación es tipo “TT”, que según la ITC – BT – 8 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión este tipo de conexiones presenta un punto de alimentación, que generalmente es el neutro o el compensador. Las Masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En este esquema las intensidades de defecto fase – masa o fase – tierra pueden tener valores inferiores a las de cortocircuito, una de las razones por las que se escogió para esta instalación.

A continuación, se muestra una figura que representa este esquema:

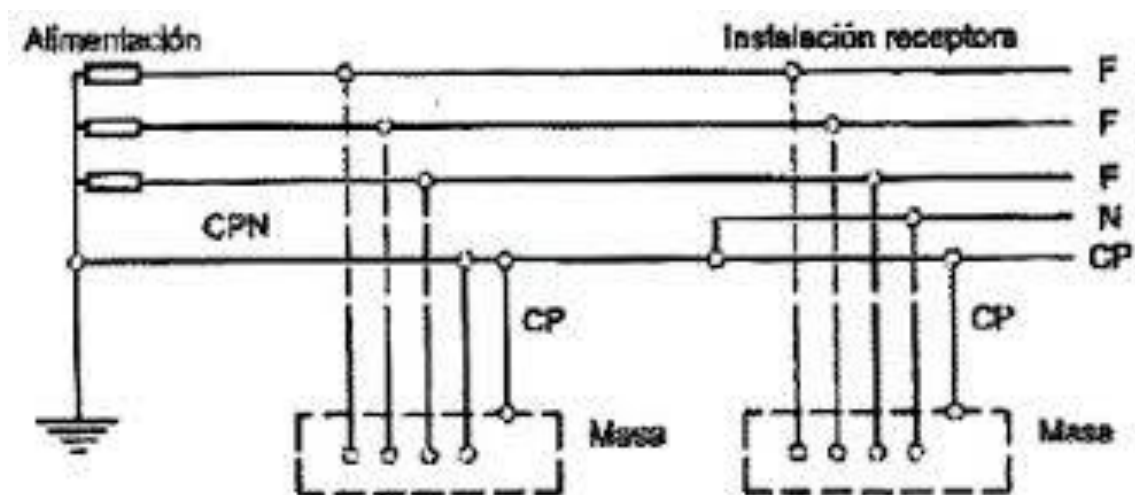


Figura 1. Esquema TT de una instalación eléctrica.

## 2.6. Caja General de Protección

La Caja General de Protección (CGP) es el límite marcado entre la propiedad del usuario y la compañía de suministro eléctrico. En ella se instalan los elementos o dispositivos de protección de las líneas de alimentación generales de la instalación. En nuestro caso, debido a que la instalación va destinada a una empresa privada de un único usuario, se ha optado por instalar una Caja de Protección y Medida (CPM), que es básicamente una Caja General de Protección con un sistema de medida de la que la compañía eléctrica instala los contadores.

Esta Caja ha de cumplir con los requisitos de la ITC – BT – 13. Se ubicará en la fachada del lado oeste del establecimiento, dentro de un armario de puerta metálica para protegerla de las condiciones externas. La Caja estará en una altura de 1,2 metros de altura inicialmente, pero se podrá modificar dicha altura durante el proceso de instalación; siempre que se respete el margen de alturas comprendido entre 0,7 metros y 1,8 metros.

La Caja de Protección y Medida ha de cumplir con la Norma UNE – EN 60439 – 1, tendrá un grado de inflamabilidad según la Norma UNE – EN 60439 – 1; una vez instalada tendrá un grado de protección IP 43 según la Norma UNE 20324 e IK 10 según UNE – EN 50102 al deberse de una acometida subterránea, además la Caja estará en un nicho de pared con puerta metálica; y será precintable. Además, dispondrá de ventilación



interna adecuada para evitar condensación. También tendrá el revestimiento exterior y protección contra la corrosión. Mediante la parte inferior de la caja se podrá hacer la entrada y salida del cableado de la instalación.

La caja dispondrá de las bases para fusibles que se vayan a instalar, la tensión nominal que se empleará es de 500 V, ya que se garantiza así la protección ante el suministro de baja tensión de 400 V.

## **2.7. Derivaciones Individuales**

La derivación individual comprende la parte de la instalación que tiene como objetivo el suministro eléctrico de los elementos de la misma. Empieza en el embarrado general y engloba los fusibles de seguridad, así como el conjunto de medida y los elementos generales de medida y protección.

Para la instalación en cuestión, habrá dos derivaciones individuales; una destinada al cuadro de la planta (Cuadro General 1), situado en la pared sur de la planta. Y la otra, en el segundo cuadro de la planta (Cuadro General 2), situado en el lado oeste de la planta.

Para garantizar el trabajo de las derivaciones, recurrimos a la ITC – BT – 15 en primer lugar para conocer el criterio de caída de tensión normalizada de 1,5% para transporte eléctrico para esquemas de único usuario. Además, se debe recurrir a la garantía de funcionamiento de los fusibles ya que la sección ha de cumplir que la intensidad máxima admisible sea superior a la intensidad nominal de trabajo de los mismos. Considerado esto, los valores de las secciones de ambas derivaciones son:

- Derivación - Cuadro General 1:  $240 \text{ mm}^2$ .
- Derivación - Cuadro General 2:  $10 \text{ mm}^2$ .

Para la instalación de los conductores, se ha escogido una instalación bajo tubos protectores enterrados para el Cuadro General de la maquinaria, y una instalación bajo tubo superficial para el Cuadro General de la luminaria. Estos conductores tendrán un aislamiento XLPE, y protegidos mediante tubos corrugados en el interior. Los diámetros

externos de los tubos de protección son indicados conforme la Tabla 5 de la ITC – BT – 21. Esto supone que los tubos seleccionados han sido:

- Derivación - Cuadro General 1: 225 mm.
- Derivación - Cuadro General 2: 25 mm.

## **2.8. Cuadros eléctricos y sub – cuadros**

El local se declara de uso privado por la empresa que se encargará del reciclaje, por lo que el acceso en principio será mayormente del personal autorizado, aunque la sala comercial se destine a intervenciones con clientes, no se considerará de pública concurrencia. Esto implica que los cuadros eléctricos estarán accesibles para el personal autorizado, pero lejos de los clientes ajenos a la instalación. Por ello, los dos cuadros estarán situados en las paredes interiores de la planta, uno en la cara oeste, y otro en la cara sur.

El primer sub - cuadro se encuentra a 15 metros del cuadro general de luminarias, y va destinado a la luminaria del almacén de materia prima, al 35% de la luminaria de la planta y a dos motores de puertas levadizas, las correspondientes a la salida del almacén de materia prima y a la entrada oeste de la planta.

El segundo sub - cuadro se encuentra también a 15 metros del cuadro general de luminarias y se corresponde con el 65% de la luminaria de la planta más dos motores, los correspondientes con la entrada este al almacén de cobre producido.

Por último, el sub – cuadro restante se encuentra a unos 50 metros, del cuadro general de luminarias y se corresponde con la luminaria del almacén de cobre producido, el motor de la puerta levadiza de salida del propio almacén y la luminaria de la sala comercial y el vestuario conjuntamente.

A partir de cada Sub - cuadro se distribuyen los cableados asociados a los diferentes sistemas de luminaria, motores de puertas levadizas y tomas de corriente de la instalación.

Estos cuadros y sub – cuadros se instalarán a una altura de 1,7 metros sobre el nivel del suelo. Esta medida puede variar siempre que se respete el rango asociado que es de 1,4 metros como mínimo y 2 metros como máximo a la hora de ser instalados.

Cada envolvente de cada cuadro y sub – cuadro deberá cumplir la Norma UNE 20451, la Norma UNE – EN 60439 – 3, un grado de protección IP 30 según la Norma UNE 20324 e IK 07 según la Norma UNE – EN 50102.

Las protecciones escogidas se acogen al cumplimiento de la ITC – BT – 22 y la ITC – BT – 24 correspondientes con las protecciones contra sobrecorrientes y las protecciones contra contactos directos e indirectos respectivamente.

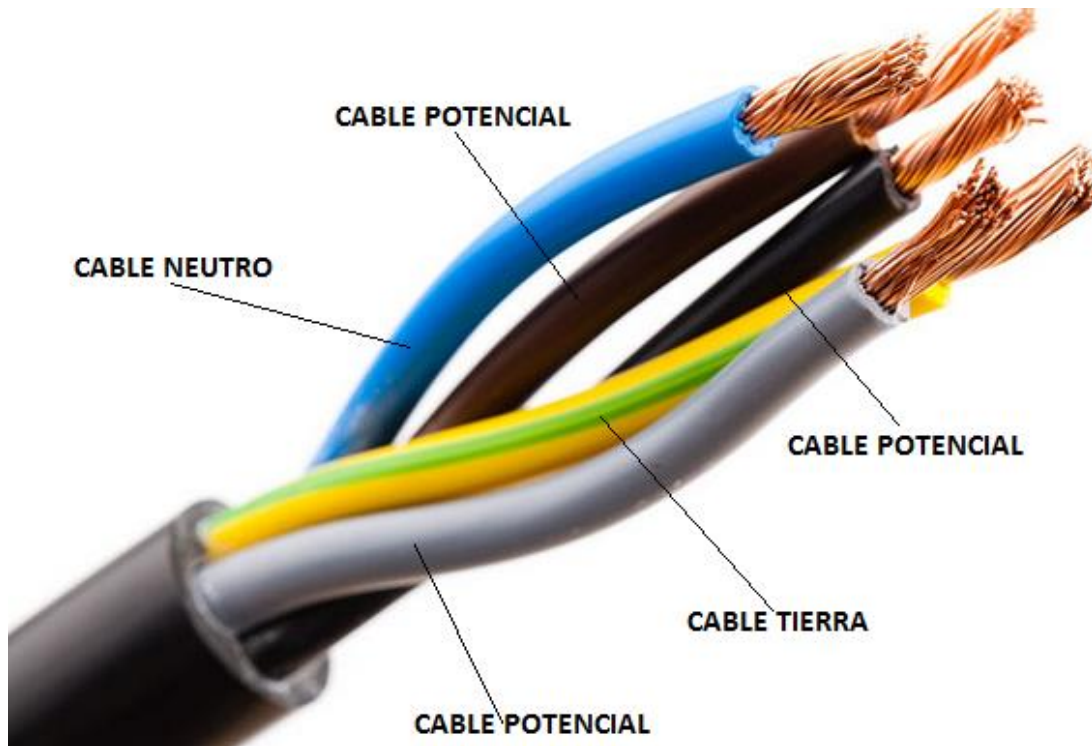
## **2.9. Sección de los conductores**

En términos generales, las secciones de los conductores serán seleccionadas siguiendo el cumplimiento de una serie de criterios, principalmente se encuentra el consumo de los receptores y los mecanismos de protección, así como el criterio de caída de tensión a seguir según la ITC – BT – 19, concretamente, la figura A; donde para esta propuesta, se considera el esquema de un único usuario, por lo que la caída de tensión por transporte de energía es de 1,5%, el de alumbrado se corresponde con un 3% y el resto de fuerzas con un 5% de la tensión de trabajo.

En el *Anexo de cálculos* se muestra con detalle los cálculos de las secciones siguiendo dichos criterios y mediante el empleo de la Tabla A – 52 – 1bis de la ITC – BT – 19.

El aislamiento de los conductores será de dos tipos, por un lado, para los conductores de la Derivación Individual destinada a la maquinaria, así como los conductores de la propia maquinaria se emplearán aislamientos polietileno reticulado (XLPE), pues es un material termoestable que tiene ciertas propiedades térmicas frente al PVC, pero son un poco más caros. Por ello, para el resto de conductores, se empleará este último tipo de aislamiento.

La identificación de los conductores ha de ser muy eficaz, sobre todo, para los conductores de protección y el neutro de cada circuito. Se emplearán el color gris, negro y marrón para los conductores de fase, para el conductor neutro se utilizará el color azul y, por último, para el cable de protección el amarillo. A continuación, se muestra una ilustración:



*Imagen 3. Código de colores de los conductores.*

## 2.10. Sección de protección

Aplicando la ITC – BT – 18 del REBT y conociendo la sección calculada en las líneas de alimentación, así como en las líneas de instalación interior, maquinaria, elementos de los Sub – cuadros, etc; las secciones de los cables de protección vendrán dadas por la Tabla 2 de la ITC – BT – 18. Entonces en nuestro caso tenemos:

Sección conductores fase ( $mm^2$ )	Sección protección ( $mm^2$ )
$S_f \leq 16$	$S_f$

$16 < Sf \leq 35$	16
$Sf >$	$Sf/2$

Tabla 2. ITC- BT – 19. Sección mínima de conductor de protección.

Para esta instalación, los conductores de protección vienen dados a continuación:

- Sección de línea de alimentación para Cuadro General de máquinas:  $240 \text{ mm}^2$ .  
Sección de cable protector  $120 \text{ mm}^2$ .
- Sección de línea de alimentación para Cuadro General de luminaria:  $1,5 \text{ mm}^2$ .  
Sección de cable protector  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- Sección de Pre – trituradora:  $35 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $16 \text{ mm}^2$
- Sección de trituradora:  $16 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $16 \text{ mm}^2$ .
- Sección de máquina generadora de cable de cobre:  $16 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $16 \text{ mm}^2$ .
- Sección de horno de inducción:  $25 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $16 \text{ mm}^2$ .
- Sección de línea de alimentación para Sub - Cuadro de circuito C1:  $1,5 \text{ mm}^2$ .  
Sección de cable protector  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- Sección de línea de alimentación para Sub - Cuadro de circuito C2:  $1,5 \text{ mm}^2$ .  
Sección de cable protector  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- Sección de línea de alimentación para Sub - Cuadro de circuito C3:  $2,5 \text{ mm}^2$ .  
Sección de cable protector  $2,5 \text{ mm}^2$ .
- Sección de los elementos del Sub - Cuadro de circuito C1:  $1,5 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- Sección de los elementos del Sub - Cuadro de circuito C2:  $1,5 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $1,5 \text{ mm}^2$ .
- Sección de los elementos del Sub - Cuadro de circuito C3:  $1,5 \text{ mm}^2$ . Sección de cable protector  $1,5 \text{ mm}^2$ .

## 2.11. Canalizaciones

Las canalizaciones que serán seleccionadas para la instalación se rigen por la ITC – BT – 20 y la ITC – BT – 21. En nuestro caso, la instalación estará diseñada con varios tipos de canalizaciones:

Por un lado, cables multipolares en canal protectora empotrada en pared y suelo, por otro, canalizaciones soterradas.

Las canalizaciones soterradas vienen dadas por la Tabla 9 de la ITC – BT – 21:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Tabla 9 de la ITC - BT – 21. Diámetros exteriores mínimos de canalizaciones soterradas.

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo, 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Para la acometida, se cumple que tiene menos de 6 conductores y la sección seleccionada es de 240 mm<sup>2</sup>, por lo que la canalización será de 225 milímetros de diámetro.

Para el Cuadro General de la maquinaria, al presentar menos de 6 conductores y hemos seleccionado una sección de 240 mm<sup>2</sup>. Esto implica que el diámetro exterior de la canalización para esta sección es de 225 milímetros.

Las canalizaciones empotradas vienen dadas por la Tabla 5 de la ITC – BT – 21:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 5 de la ITC – BT – 21. Diámetros exteriores mínimos de los tubos empotrados.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones distintas a instalar en un mismo tubo, su sección interior será, como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

En nuestro caso, la mayoría de los circuitos están empotrados en suelo o pared, y la canalización seleccionada será regida por la tabla descrita anteriormente.

## 2.12. Sistemas de protección

Se escogieron las protecciones de sobre intensidades con un calibre apto para garantizar tanto la protección del cable como la del propio interruptor que lo protege. Es decir, un calibre que fuera superior a la intensidad que necesitaba la línea alimentada, pero inferior a la que podía soportar el cable y el receptor. Así mismo, se emplean las protecciones contra cortocircuitos cuyo poder de corte es superior a la intensidad de corto circuito, pero próximo al interruptor.

La sensibilidad para los interruptores diferenciales será de 30 mA para que garanticen una seguridad a los contactos directos e indirectos adecuada.

### 2.12.1. Protecciones contra sobre intensidades

Los casos de sobre intensidades pueden deberse a varias razones; por un lado, a las sobre cargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia. Por otro lado, a los cortocircuitos; y también, a las descargas eléctricas atmosféricas.

Cada circuito debe estar protegido contra las sobre intensidades, ya sea por el fenómeno de sobrecarga, como el de cortocircuito.

Estos dispositivos de protección serán tanto los fusibles calibrados que se recogerán en la Caja de Protección y Medida y en los cuadros de mando y protección, como los interruptores automáticos, que estarán también en los cuadros de mando y protección, y los sub – cuadros.

En cada cuadro eléctrico se dispondrá también de un interruptor general de corte, así como las protecciones de sobre intensidad adecuadas de cada circuito que se protege.

- Fusibles

Acerca de este tipo de protección, se ha optado por emplear los que comprenden la curva de fusión tipo “g”, debido a que comprende un comportamiento que garantiza el corte en intensidades producidas por sobrecarga y, además, las causadas por cortocircuito. Este tipo supone una ventaja frente a otros, como, por ejemplo, los que emplean una curva de fusión de tipo “a”, pues este último sólo garantiza el corte por el fenómeno de cortocircuito, y por ello es necesario de un elemento auxiliar que proteja contra las sobrecargas.

Estos fusibles serán de empleo general, esto significa que la asignación correspondiente a estos elementos de protección es “gG”. La instalación de estos elementos será para la Caja de Protección y Medida, y para cada derivación individual, que en nuestro caso son dos, la correspondiente a las máquinas (Cuadro General 1), y la correspondiente a la luminaria y los motores de puertas levadizas (Cuadro General 2).

Con respecto a la selección del fusible en cuestión, se recurrió a asegurarse del cumplimiento de las condiciones de trabajo de los mismos. Estas son:



$$I_f = 1,6 * I_n; \text{ para } I_n \geq 16A.$$

$$I_f = 1,9 * I_n; \text{ para } 16A \geq I_n \geq 4A.$$

$$I_f = 2,1 * I_n; \text{ para } 4A \geq I_n .$$

Donde:

In se corresponde con la intensidad del fusible que debe ser siempre inferior a la máxima intensidad admisible que soporte el conductor que, a su vez deberá ser superior a la intensidad de fase  $I_f$  que es la intensidad de servicio del conductor incrementada un 45% según el cumplimiento de la Norma UNE 20460; esta corriente debería de asegurar la actuación del dispositivo a lo largo de un tiempo de corte  $T_c$ .

Las condiciones para la Caja de Protección y Medida, así como para cada derivación serán las siguientes:

Acometida:

Para este fusible la intensidad de trabajo seleccionada ha sido de  $I_n = 320$  A. Este valor resulta ser inferior a la intensidad máxima admisible del conductor que es de 520 A.

Con respecto a la intensidad de funcionamiento  $I_f$ , al aplicar la primera condición descrita, tenemos que su valor es de 512 A. Resulta ser inferior a la intensidad máxima admisible ampliada un 45% que es de 754 A. Con lo cual se concluye que este fusible sirve para este caso.

Derivación Individual para la Cuadro General 1:

Para este fusible, hemos seleccionado la misma intensidad de trabajo  $I_n = 320$  A. Este valor resulta ser inferior a la intensidad máxima admisible del conductor que es de 520 A.

Con respecto a la intensidad de funcionamiento  $I_f$ , al aplicar la primera condición descrita, tenemos que su valor es de 512 A. Resulta ser inferior a la intensidad máxima admisible ampliada un 45% que es de 754 A. Con lo cual se concluye que este fusible sirve para este caso.

Derivación Individual para la Cuadro General 2:

Para este fusible, se ha seleccionado de una intensidad de trabajo  $I_n = 16$  A. Este valor es inferior a la intensidad máxima admisible para el conductor que es de 44 A.

En cuanto a la intensidad de funcionamiento  $I_f$ , se aplica la primera condición descrita, por lo que el valor de  $I_f$  es de 25,6 A. Este valor resulta ser inferior a la intensidad máxima admisible aumentada un 45% que tiene un valor de 63,8 A. Lo que significa que el fusible sirve para esta derivación.

- Interruptores magnetotérmicos

Estos serán interruptores automáticos con curva de corte omnipolar. Estos protegen en casos de sobrecargas como contra cortocircuitos.

Para garantizar el funcionamiento de estos interruptores a la hora de proteger los conductores contra las sobrecargas tienen que satisfacerse una serie de condiciones de trabajo:

$$I_1 \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

$$I_2 = C * I_n$$

Donde:

$I_1$  es la corriente de trabajo calculada para el funcionamiento de la instalación.  $I_n$  se corresponde con la intensidad de trabajo escogida para los interruptores automáticos,

la intensidad  $I_z$  es la máxima admisible por la sección seleccionada para los conductores en cuestión; e  $I_2$  es la corriente que asegura el funcionamiento del interruptor magnetotérmico para el tiempo establecido por la normativa. En esta última se aplica un coeficiente “C” que se corresponde con el coeficiente de disparo del interruptor. En nuestro caso el valor es de 1,3 debido a que se basa en una industria. Para las instalaciones de pública concurrencia, así como para viviendas se aplica el coeficiente 1,45 según la Norma UNE – EN 60898.

Cada interruptor magnetotérmico será instalado en su correspondiente ubicación, y para garantizar la seguridad y protección de todos los conductores, se optará por seleccionar aquellos de corte bipolar, que se corresponde con fase más neutro (1 + N), para los elementos monofásicos; y los de corte tetrapolar, que se atribuye a tres fases más neutro (3 + N), para los elementos trifásicos.

Además, cada cuadro y sub – cuadro dispondrá de un interruptor magnetotérmico general que será tetrapolar para los cuadros y bipolar para cada sub – cuadro respectivamente.

En la siguiente tabla resumen se muestran los interruptores magnetotérmicos calculados para cada circuito:

Circuito	Intensidad de trabajo	Intensidad admisible	Número de polos	Calibre del interruptor magnetotérmico	Intensidad de trabajo en tiempo largo	Intensidad admisible incrementada al 45%
CG1	270,5 A	520 A	3 polos +Neutro	320 A	416 A	754 A
CG2	7,35 A	44 A	3 polos +Neutro	16 A	20,8 A	63,8 A
CLM1	13,01 A	24 A	Polo + Neutro	16 A	20,8 A	34,8 A
CLM2	12,7 A	24 A	Polo + Neutro	16 A	20,8 A	34,8 A
CLM3	13,3 A	44 A	Polo + Neutro	16 A	20,8 A	63,8 A

CHI	73,77 A	88 A	3 polos +Neutro	80 A	104 A	127,6 A
CPT	92,96 A	110 A	3 polos +Neutro	100 A	130 A	159,5 A
CT	59,16 A	70 A	3 polos +Neutro	63A	81,9 A	101,5 A
CGC	50,70 A	70 A	3 polos +Neutro	63 A	81,9 A	101,5 A
LP65/M2	6,25 A	13,5 A	Polo + Neutro	10 A	13 A	19,58 A
	2 x 2,17 A	13,5 A	Polo + Neutro	6 A	7,8 A	19,58 A
LA1/LP35/M1	2 A	13,5 A	Polo + Neutro	6 A	7,8 A	19,58 A
	3,36 A	13,5 A	Polo + Neutro	6 A	7,8 A	19,58 A
	2,17 A	13,5 A	Polo + Neutro	6 A	7,8 A	19,58 A
LA2/LSCV/M3	2,24 A	13,5 A	Polo + Neutro	6 A	7,8 A	19,58 A
	2x 2,17 A	13,5 A	Polo + Neutro	6 A	7,8 A	19,58 A

*Tabla 6. Intensidades calculadas para los interruptores automáticos.*

Según la ITC – BT – 22 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el poder de corte de los elementos de protección es aquel capaz de soportar la intensidad de cortocircuito que pase por el sistema.

Esto supone que los elementos han de tener un poder de corte en (KA) superior a la intensidad de cortocircuito que pueda pasar por el dispositivo de protección.

En nuestro caso, los fusibles y los interruptores magnetotérmicos se encargarán también de esta protección, puesto que, gracias a su funcionamiento descrito anteriormente, son capaces de cortar la corriente en caso de cortocircuito.

Para los fusibles que fueron dimensionados para la Caja de Protección y Medida y las dos Derivaciones Individuales tenemos que el poder de corte será:

Por un lado, tanto para la Caja de Protección y Medida, como para la derivación Individual de la maquinaria de la planta el poder de corte será de 50KA. Por otro, para la Derivación Individual asociada a la Caja General de la luminaria del establecimiento, el poder de corte será de 15KA.

Con respecto a los interruptores magnetotérmicos, se considerarán un poder de corte para el general de la Caja General de la maquinaria de 50KA, para el de la Caja General de la luminaria de 10 KA. Para cada una de las máquinas será de 25KA. Y para cada elemento de iluminación y los motores de las puertas levadizas será de 6KA.

### 2.12.2. Protecciones contra sobre tensiones

Las sobre tensiones se producen por diferentes causas, por ejemplo, por efectos atmosféricos, así como por fluctuaciones en la red o mal uso de esta. Debido al cambio de la normativa, y según la ITC – BT – 23, es necesario para cualquier proyecto la instalación de un dispositivo de protección contra sobre tensiones.

Según la Tabla 1 de la ITC – BT – 23, existen varias categorías que agrupan los materiales de la instalación que se someten a estos fenómenos.

Tensión nominal de la instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50			
Sistemas trifásicos	Sistemas monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400 V	230V	6 kV	4 kV	2,5 kV	1,5 kV
400/690V 1000V		8 kV	6 kV	4 kV	2,5 kV

Tabla 1. ITC – BT – 23. Indicaciones de las sobretensiones según categoría.

Las categorías que se muestran se asocian a lo siguiente:

La categoría I representa a los equipos cuya sensibilidad es muy alta a las sobre tensiones y además están destinados a la conexión fija a la instalación.

La categoría II representa a los equipos cuya sensibilidad no es notable y se encuentran destinados a la conexión fija.

La categoría III es aplicable a los equipos que forman parte de la instalación eléctrica fija, y a los equipos que requieren un alto nivel de fiabilidad.

La categoría IV corresponde con equipos y los materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Conociendo esto, se ha seleccionado la categoría III debido a que la instalación presenta máquinas que requieren de un nivel de fiabilidad muy alto.

Para el caso de sobre tensiones transitorias, se ha escogido un dispositivo de tipo 2, existen tres tipos de dispositivo. El primero referido a las descargas de rayos, y los otros dos tipos restantes, para las sobretensiones de tipo atmosférico y conmutaciones, conducidas o inducidas.

### **2.12.3. Protecciones contra contactos directos e indirectos**

Los contactos directos se producen al entrar en contacto con algún elemento eléctrico activo, es decir, un cable por el que está pasando intensidad de cierta magnitud.

Mientras que los contactos indirectos son aquellos producidos a entrar en contacto una persona o un animal con elementos que entraron en tensión por fallo de aislamiento.

La ITC que aplica las medidas en estos casos es la ITC – BT – 24 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los interruptores diferenciales son los elementos que se emplean para este tipo de casos, pues son encargados de medir la diferencia de corriente que entra y sale en un

circuito, y en el supuesto caso que se note una diferencia superior a la sensibilidad del interruptor este se activa cortando la corriente que circula.

Por ello, uno de los factores de selección más importante en estos interruptores es su sensibilidad. Por un lado, se encuentran los poco sensibles, cuya diferencia de intensidad es mayor que 30 mA. Se emplean normalmente para los contactos indirectos, así como para casos de incendios. Mientras que en el caso de que la sensibilidad sea menor o equivalente a los 30 mA, si supone un buen protector para contactos directos, además de las protecciones ante los otros contactos y los incendios.

Por norma, el disparo de un interruptor diferencial no debe ser inferior a la mitad de su sensibilidad, debido a que supondría en ciertos casos una continua interrupción en la alimentación del circuito.

Para nuestra instalación, los interruptores diferenciales deberán cumplir un régimen comprendido entre el valor de la mitad del valor de sensibilidad y el propio valor de sensibilidad. Esto es:

$$\Delta I_n = \{0,5 * \Delta I_n, \Delta I_n\}$$

Esto implica que la curva de disparo para el caso de que la sensibilidad escogida sea de 30 mA debe de estar comprendida entre 15 mA y esos 30 mA, para evitar fallos del sistema.

Para la instalación se emplearán interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad tanto para cada Cuadro General y cada Sub – Cuadro de la instalación. A continuación, se muestra una tabla con la cantidad de interruptores diferenciales que se van a emplear y su calibre de trabajo correspondiente:

Circuito	Número de diferenciales	Sensibilidad	Calibre

Cuadro General de maquinaria	4	30 mA	80 A, 100 A, 63 A
Cuadro General de la luminaria	3	30 mA	16 A
Sub – Cuadro C1	3	30 mA	10 A, 6 A
Sub – Cuadro C2	3	30 mA	6 A
Sub – Cuadro C3	4	30 mA	6 A

*Tabla 7. Valores de los interruptores diferenciales que se deben instalar.*

Para prevenir el caso de que se produzca un corte automático de la alimentación de la instalación, se procederá a emplear una medida de protección adecuada al respecto.

Esto se lleva a cabo con el objetivo de impedir, en caso de fallo eléctrico, que una tensión de contacto directo suficiente mantenida en un tiempo determinado pueda desembocar en un riesgo mayor.

La tensión eficaz en condiciones normales más empleada para este tipo de medidas es de 50 voltios. Dependiendo del tipo de conexión que tenga la instalación, ya sea esquema TN, IT o TT; la protección asociada cambia. En nuestro caso, se ha escogido un tipo de esquema TT.

Este esquema se basa en tener todas las masas de los elementos eléctricos protegidos mediante un mismo dispositivo, puesto en este esquema existe el punto de conexión a tierra en el extremo de alimentación, y el resto de masas se conectan también a una toma de tierra.

Los dispositivos más empleados en este tipo de esquemas resultan ser los designados anteriormente; es decir, por una parte, los fusibles e interruptores magnetotérmicos; por otro, los interruptores diferenciales.



Para el caso de los fusibles y los interruptores magnetotérmicos, son aplicables en siempre que la suma de las resistencias de las masas de los conductores de protección y la resistencia a tierra sea muy pequeña.

### **2.13. Puesta a tierra.**

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

Según la ITC – BT – 18, el tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca deberá ser inferior a 0,5 metros.

Según ala Tabla 4 de la ITC – BT – 18, el valor de resistividad escogido para la instalación es de  $500 \Omega \cdot m$ , pues suponemos un terraplén cultivable poco fértil.

Según la Tabla 5 de la ITC – BT – 18, los tipos de electrodos que se emplean en las instalaciones son: las picas verticales u horizontales, las placas horizontales o verticales, o los conductores en forma de anillo. Para nuestra propuesta se seleccionará el cable conductor en forma de anillo como electrodo. Esto implica que la ecuación a emplear para el cálculo de la resistencia de tierra es:

$$R = \frac{2 * \rho}{L};$$

*Ecuación 1. Cálculo de la resistencia de tierra para electrodo de cable conductor en anillo.*

Donde La “R” es la resistencia a tierra resultante en  $\Omega$ , “ $\rho$ ” es la resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$ , y la “L” es la longitud del cable de cobre que se va a instalar.

Por otro lado, la resistencia a tierra debe ser tal que no podrá superar  $37\Omega$ . Los materiales utilizados y la realización de las tomas a tierra deben ser tales que no sea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características de diseño de la instalación.

Conforme a las tomas de tierra, es recomendable la instalación de esta lo más próximo a la Caja General de Protección, que en el caso de esta instalación se deberá de realizar acorde a ello.

Se ha fijado la condición de que la resistencia de tierra sea estrictamente inferior a los  $37\Omega$ , dando lugar a una longitud de cable a instalar de 30 metros, eso supone un anillo de radio aproximado de 4,77 metros. Por lo que la selección total será de un anillo de cable conductor de 5 metros de radio, garantizando así una resistencia de tierra aproximada de  $31,8\Omega$ .

## 2.14. Luminaria:

Mediante la Norma UNE 12464 se ha seleccionado, según área de trabajo y tarea, una serie de lux mínimos que han de cumplirse. Estos son:

Zona	Tarea	Lúmenes necesarios
Establecimiento minorista	Área de ventas	300 lux
Actividades industriales	Hornos de metalurgia	200 lux
Áreas comunes de edificio	Vestuario/aseos	200 lux
Áreas comunes de edificio	Salas de material	200 lux

*Tabla 8. Lúmenes mínimos según UNE 12464 conforme al área de trabajo y actividad.*

Las luminarias serán seleccionadas conforme a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. La masa de las luminarias suspendidas

excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. En nuestro caso, para evitar esta condición se desarrollarán los diseños de luminarias adosadas en los módulos.

El cálculo de las luminarias se ha llevado a cabo mediante el software DIALUX para cumplir con los requisitos promedios de lux por áreas de trabajo. Dando lugar a los siguientes resultados:

Para los dos almacenes se emplearán las luminarias LG T1750GE502B CE\_LG LED Tube 1200 mm 17.2W 5000K. Serán un total de 51 unidades, 27 para el almacén de materia prima y 24 para el de cobre producido.

La potencia por unidad es de 17,2W dando un promedio de lux de 257 lx para el almacén de cobre producido y de 250 lx para el almacén de materia prima.

Para la sala comercial y la zona de vestuarios se emplearán las luminarias LG LGE-2X2LT-53-40-T UL\_LG LED Lensed Troffers 53W 2X2 4000K T-bar. Serán un total de 7 unidades, cinco para la sala y dos para el vestuario.

La potencia por unidad es de 53,28W dando un promedio de lux de 350 lx en la sala comercial y de 210 lx en el vestuario.

Para la planta se emplearán las luminarias LG A2550TS00BA CE\_LG LED Slim ARTBlade Satin 25W 5000K. Serán un total de 78 unidades.

La potencia por unidad es de 25,5W dando lugar a un promedio de 225 lx en toda la planta.

## **2.15. Protección contra-incendios:**

Para la protección contra – incendios se ha empleado la guía del Real Decreto 2267/2004, que designa lo siguiente:

Entendemos por establecimiento como el conjunto de edificios, destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo. Los establecimientos industriales se caracterizan por su configuración y ubicación con relación a su entorno, y por su nivel de riesgo intrínseco.

Los establecimientos industriales quedan clasificados en 5 configuraciones dependiendo de si están ubicados en un edificio o en espacios abiertos que no constituyen un edificio.

Establecimientos industriales ubicados según edificio:

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

Tipo B: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro/s, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro/s edificios, de otro establecimiento, ya sean de uso industrial u otros usos.

Tipo C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de 3 metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías, combustibles elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

Tipo D: Establecimiento industrial que 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% de su superficie), y alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Cuando la caracterización de un establecimiento industrial o una parte de este no coincida exactamente con alguno de los tipos definidos, se considerará que puede pertenecer al tipo con el que mejor se equipare o asimile justificadamente.

Si en un establecimiento industrial coexisten diferentes configuraciones, los requisitos el reglamento se aplicará de forma diferente para cada una de ellas.

En nuestro caso, el tipo de edificio del que va a ser la propuesta es de tipo C debido a que el edificio contiguo más cercano está a más de 5 metros de distancia.

Por ello, se harán varias salidas de emergencia, son aquellas que se emplearán exclusivamente en caso de evacuación por incendio, así como por algún fenómeno externo o interno que lo requiera.

Habrán cuatro puertas de emergencia, además de las atribuidas a las salidas de vehículos de los almacenes. Estas estarán situadas, por un lado, una en la cara norte de la planta de proceso, otra en la cara sur de la misma, y una en la cara norte de cada almacén.

Conforme a los recorridos de evacuación, al tratarse de una empresa privada, la afluencia de personal será limitada, por lo que los caminos deberán de medir un máximo de 100 metros.

En el *Plano de Evacuación en Caso de Incendio* estará representado dicho recorrido, así como las puertas de evacuación y la luminaria de emergencia.

En cuanto a la protección contra incendios, se dispondrá de dos tipos de extintores, los que emplean dióxido de carbono, puesto que se destinan para los edificios de clase B y C; y extintores de polvo, ya que presentan una capacidad mayor en carga y se utilizan en este tipo de instalaciones concretamente.

En total se emplearán 5 extintores que emplean dióxido de carbono con una capacidad de 5 kg; y 15 extintores de polvo de 9 kg de capacidad, todos deben cumplir una eficiencia 34A. Esto garantizaría el cumplimiento de los requisitos de seguridad según el Real Decreto 2267/2004.

### **3. Conclusion**

Therefore, by applying the technical proposal, as well as the studies described in the report, the electrical installation can be developed in a determined and safe way. The dimensioning of cables has been a challenge, in addition to the selection of machines to be used in the plant, however, has been a very interesting academic experience.

All this complying with the current regulations on the design and execution of electrical installations.



Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## ANEXOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**







Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## ANEXO DE CÁLCULOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Anexo de cálculos.....	2
1.1. Objeto.....	2
1.2. Actividad industrial.....	2
1.3. Cargas de la instalación.....	3
1.4. Instalación eléctrica exterior.....	4
1.4.1. Acometida.....	4
1.5. Instalación eléctrica interior.....	6
1.6. Protecciones de los cables.....	10
1.7. Puesta a tierra.....	14
1.8. Iluminación.....	16

## **1. Anexo de cálculos**

### **1.1. Objeto**

Atendiendo a la solicitud propuesta, se quiere adecuar las instalaciones para el reciclaje de cables de cobre con fines de comercialización. El presente apartado sirve de descripción y justificación al contenido mínimo exigible en los documentos correspondientes a los proyectos básicos y de ejecución para cumplir con las condiciones del proyecto, establecidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).

### **1.2. Circuitos de la instalación**

Los circuitos de la instalación exterior e interior del establecimiento han sido diseñados tratando de respetar el mejor equilibrio de cargas. Además de acortar distancias de cables para mantener unos costes requeridos, y evitar así gastos innecesarios.

De esos circuitos se diferencian tres tipos, los destinados a las máquinas de la planta, los referidos a las luminarias de los diferentes espacios de trabajo de la industria, y los que se designan para los motores de las puertas levadizas de los almacenes.

Entonces, tenemos que:

CLM1: Este incluye la luminaria del almacén de materia prima, así como de dos motores de las puertas levadizas interior y exterior del almacén, y el 35% de la luminaria de la planta de proceso.

CLM2: Este circuito agrupa al 65% de la luminaria de la planta de proceso, así como a los dos motores de las puertas levadizas que dan hacia el almacén de cobre producido.

CLM3: Este agrupa la luminaria asociada al almacén de cobre producido, a la luminaria de la sala de comercio y el vestuario; así como al último motor de puerta levadiza del almacén.

CPT: Este circuito se corresponde con la alimentación de la Pre – Trituradora.

CT: Este incluye la alimentación de la trituradora.

CHI: Este circuito se corresponde con la alimentación del horno de inducción

CGC: Este circuito es el que alimenta a la máquina generadora de cable de cobre.

### 1.3. Cargas de la instalación

En la siguiente tabla se muestran las cargas que soportan tanto la Caja General, como los cuadros Generales correspondientes.

Circuito	Suma de potencias	Potencia total	% potencia respecto al total
CLM1	464,4w+500w+696,5w	1660,9w	0,98
CLM2	1293,5w+500w	1793,5w	1,05
CLM3	412,8w+371w+250w+600w	1633,8w	0,96
CPT	55000w	55000w	32,34
CT	35000w	35000w	20,58
CHI	45000w	45000w	26,46
CGC	30000w	30000w	17,64
CG1	1660,9w+1793,5w+1933,8w	5088,2w	2,99
CG2	55kw+35kw+30kw+45kw	165000w	97,01
CGPM	5088,2w+165000w	170088,2w	100

Tabla 9. Cargas asociadas a los circuitos de la instalación.

## 1.4. Instalación eléctrica exterior

### 1.4.1. Acometida

El trazado parte desde el punto de conexión hasta la Caja General de Protección y Medida (CGPM) localizada en el muro oeste de la planta, cerca del almacén de materia prima. Existen limitaciones en cuanto a su diseño y ejecución. Es de obligado cumplimiento que la acometida sea subterránea; teniendo también en cuenta que recorre la vía pública, aunque en nuestro caso se considera que el trazo se realiza en esos mismos 100 metros.

A la hora de calcular la sección de la acometida nos referimos a la Tabla B de la ITC – BT – 07 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Considerando que la acometida estará enterrada bajo tubo:



SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla B. ITC – BT – 07. Intensidad máxima admisible para cables tipo RV o AL XZI.

Tomando como datos la tensión de trabajo que son 400 voltios, y la potencia que se instalará que son 180Kw, además de considerar un factor de potencia de 0,9 de la instalación y de que la instalación es trifásica, podremos obtener mediante la siguiente ecuación la intensidad que circulará por la acometida:

$$I = \frac{P}{V * FP * 1,73}; I = \frac{180Kw}{400v * 0,9 * 1,73}; I = 289 A$$

Conociendo el dato de la intensidad y aplicando la ITC – BT – 07 del reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, concretamente la Tabla B; seleccionamos la sección correspondiente de cable que en nuestro caso es de  $240 \text{ mm}^2$ . Esta sección soporta una intensidad admisible de 520 A, ya que será tubular soterrada, que es superior a la calculada, con lo que garantiza la alimentación a la instalación. Para garantizar su total funcionamiento comprobamos que cumple el criterio de caída de tensión que en nuestro caso no debe superar los 6 voltios que se corresponde con el 1,5% de la tensión de trabajo. Para ello emplearemos la ecuación siguiente:

$$S = \frac{\sqrt{3} * I_L * L * FP}{C * \Delta V}$$

Sabemos que la longitud de la acometida serán 100 metros, que la intensidad de trabajo es de 289 A, hemos calculado la sección que son  $150 \text{ mm}^2$ , también conocemos la tensión de trabajo que es 400V y hemos descrito que el factor de potencia es de 0,9; además la conductividad del cobre que es la inversa de su resistividad, que en el caso del cobre son  $0,0176 \Omega * \text{mm}^2/\text{m}$ . Por lo que como resultado tenemos que:

$$S = \frac{\sqrt{3} * I_L * L * FP}{C * \Delta V}; 240\text{mm}^2 = \frac{\sqrt{3} * 289\text{A} * 100\text{m} * 0.9}{56,8182 * \Delta V}; \Delta V = 3,3 \text{ v}$$

La caída de tensión calculada resulta ser inferior a los 6 voltios descritos anteriormente lo que demuestra que la acometida podrá trabajar correctamente en estas condiciones.

Para garantizar la protección del cable con respecto a la aparatenta de protección, se ha de cumplir que la  $I_z > I_n > I$ ; donde  $I_z$  supone la intensidad admisible del cable,  $I$  es la intensidad calculada, e  $I_n$  es la intensidad nominal de trabajo del interruptor de protección. Esta última ha de ser  $1,6 * I$ . En este caso para la sección seleccionada se cumple que  $I_z > I_n > I$ , puesto que:

$$I_n = 1,6 * I; I_n = 1,6 * 289\text{A}; I_n = 462,4 \text{ A}$$

### 1.5. Instalación eléctrica interior

En nuestro caso, tenemos dos líneas debido a que el establecimiento está conformado por varias áreas, cada cuadro será situado en las proximidades más adecuadas de la instalación, para evitar sobrecargas y derivas de corriente no deseadas.

A la hora de seleccionar las secciones de las derivaciones emplearemos dos tablas, por un lado, la Tabla B de la ITC – BT – 07, para el caso de la Derivación Individual del Cuadro General de la maquinaria del establecimiento; y por otro, la Tabla A – 52 – 1Bis de la ITC – BT – 19 para la Derivación Individual del Cuadro General que reúne la luminaria del establecimiento y los motores de las puertas levadizas.

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	565	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Tabla B. ITC – BT – 07. Intensidad máxima admisible para cables tipo RV o AL XZL.



Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm <sup>2</sup> COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Tabla A – 52 -IBis ITC – BT – 19. Intensidad admisible (A) para cables con conductores de cobre no enterrados.

Previamente se calculó la intensidad que atravesaba el cable según las siguientes ecuaciones:

$$I = \frac{P}{V * FP * \sqrt{3}}$$

Ecuación 2. Cálculo de intensidad de los receptores trifásicos mediante la potencia prevista e instalada.

$$I = \frac{P}{V * FP}$$

*Ecuación 3. Cálculo de la intensidad de los receptores monofásicos mediante la potencia prevista e instalada.*

Donde:

- I = Intensidad del cable.
- V = Tensión de trabajo del cable.
- FP = Factor de potencia de la instalación, que en todos los casos se ha escogido 0,9.
- P = Potencia que consume el cable.

Para garantizar el cumplimiento de las secciones que se seleccionaron, se emplearon las ecuaciones necesarias para el cálculo de sección según el criterio de caída de tensión:

$$S = \frac{\sqrt{3} * I_L * L * FP}{C * \Delta V}$$

*Ecuación 4. Criterio de caída de tensión para líneas trifásicas.*

$$S = \frac{2 * I_L * L * FP}{C * \Delta V}$$

*Ecuación 5. Criterio de caída de tensión para líneas monofásicas.*

Donde:

- S = Sección del cable seleccionado.
- $I_L$  = Intensidad de línea del cable.
- L = Longitud del cable.
- FP = Factor de potencia, que en todos los casos se ha escogido 0,9.
- C = Conductividad del conductor, que en todos los casos se ha escogido 56,82 m/ ( $\Omega * mm^2$ ).
- $\Delta V$  = Caída de tensión de los receptores.

Para estas últimas ecuaciones, se debe de asegurar que la caída de tensión de los cables no supera los valores estipulados por la ITC – BT – 19, que para el esquema de un único usuario tenemos:

- 1,5% de caída de tensión para Derivaciones Individuales.
- 3% de caída de tensión para Alumbrados.
- 5% de caída de tensión para el resto de Fuerzas.

Conocido esto, los resultados calculados de las secciones se describen a continuación:

Circuito	Intensidad (A)	Sección ( $mm^2$ )	Intensidad máxima admisible (A)	Longitud (m)	$\Delta V$ (V)	Tipo de cable	Montaje del cable
Acometida	289	240	520	100	3,4	Trifásico	Soterrado
DI – CG1	270,5	240	520	25	0,77	Trifásico	Soterrado
DI – CG2	8,34	10	52	7	0,16	Trifásico	B2 - 7
CG1							
CLM1	14,44	4	24	15	1,72	Monofásico	B2 - 5
CLM2	15,6	4	24	15	1,85	Monofásico	B2 - 5
CLM3	14	10	44	50	2,7	Monofásico	B2 - 5
CLM1							
LA1	2,2	1,5	13,5	40	1,6	Monofásico	B2 - 5
LP35	3,4	1,5	13,5	21	1,5	Monofásico	B2 - 5

M1	2x 2,2	2x 1,5	2x 13,5	7/8	0,3/0,37	Monofásico	B2 - 5
CLM2							
LP65	6,2	1,5	13,5	39	5,1	Monofásico	B2 - 5
M2	2x 2,2	2x 1,5	2x 13,5	8/7	0,37/0,3	Monofásico	B2 - 5
CLM3							
LA2	2	1,5	13,5	25	0,9	Monofásico	B2 - 5
LSC/V	1,8	1,5	13,5	20	0,7	Monofásico	B2 - 5
M3	2,2	1,5	13,5	6	0,3	Monofásico	B2 - 5
CG2							
CPT	93	35	110	5	0,4	Trifásico	B2 - 7
CT	59	16	70	5	0,3	Trifásico	B2 - 7
CHI	74	25	88	13	1	Trifásico	B2 - 7
CGC	51	16	70	13	1,1	Trifásico	B2 - 7

*Tabla 10. Dimensionado de los circuitos de la instalación.*

## 1.6. Protecciones de los cables

Como se describió en la *Memoria*, se instalaron una serie de protecciones contra cortocircuitos y sobre intensidades, así como para contactos directos e indirectos. El objetivo principal de ello es la prevención y protección de los circuitos en caso de averías, causas atmosféricas o fallos en el sistema de alimentación.

Los cálculos están demostrados en los apartados 2.10.1, 2.10.2 y 2.10.3 del punto 2.10 de la *Memoria* de la instalación. Las ecuaciones que rigen las condiciones de cumplimiento de las protecciones se demuestran a continuación:

- Protección basada en fusibles

La condición de satisfacción de estas protecciones es la siguiente:

$$I_f = 1,6 * I_n; \text{ para } I_n \geq 16A.$$

$$I_f = 1,9 * I_n; \text{ para } 16A \geq I_n \geq 4A.$$

$$I_f = 2,1 * I_n; \text{ para } 4A \geq I_n.$$

Donde:

In se corresponde con la intensidad del fusible que debe ser siempre inferior a la máxima intensidad admisible que soporte el conductor que, a su vez deberá ser superior a la intensidad de fase  $I_f$  que es la intensidad de servicio del conductor incrementada un 45% según el cumplimiento de la Norma UNE 20460; esta corriente debería de asegurar la actuación del dispositivo a lo largo de un tiempo de corte  $T_c$ .

- Protección basa en interruptores automáticos

Para el interruptor automático se tuvieron que considerar dos condiciones para su satisfacción:

$$I_1 \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

$$I_2 = C * I_n$$

Donde:

$I_l$  es la corriente de trabajo calculada para el funcionamiento de la instalación. La  $I_n$  se corresponde con la intensidad de trabajo escogida para los interruptores automáticos, la intensidad  $I_z$  es la máxima admisible por la sección seleccionada para los conductores en cuestión; e  $I_2$  es la corriente que asegura el funcionamiento del interruptor magnetotérmico para el tiempo establecido por la normativa. En esta última se aplica un coeficiente “C” que se corresponde con el coeficiente de disparo del interruptor. En nuestro caso el valor es de 1,3 debido a que se basa en una industria. Para las instalaciones de pública concurrencia, así como para viviendas se aplica el coeficiente 1,45 según la Norma UNE – EN 60898.

- Protección basada en interruptores diferenciales

Para este tipo de protección, se tuvo que tener en cuenta el tipo de esquema de conexión de la instalación, y cumplir con la condición de la sensibilidad de estos dispositivos. En nuestro caso, el esquema escogido fue el “TT”, puesto que era el más adaptado a las necesidades de la instalación gracias a que tiene la alimentación conectada a una toma de tierra y el resto de masas son conectadas a otra toma de tierra.

La condición de sensibilidad que se tuvo que cumplir fue:

$$\Delta I_n = \{0,5 * \Delta I_n, \Delta I_n\}$$

Donde:

$\Delta I_n$  = Sensibilidad del interruptor diferencial, que para evitar errores debe de trabajar en rangos de entre la mitad de su valor nominal y su valor nominal, escogidos en todos los casos de 30 mA.

A continuación, se mostrarán los resultados de las protecciones escogidas para el funcionamiento de los circuitos de la instalación:

Circuito	Intensidad de trabajo	Intensidad admisible	Calibre del interruptor magneto-térmico	Resistencia de corto circuito	Intensidad de corto circuito	Poder de corte
CG1	270,5 A	520 A	320 A	0.02 $\Omega$	16KA	20KA
CG2	7,35 A	44 A	16 A	0,022 $\Omega$	14,5KA	15KA
CLM1	13,01 A	24 A	16 A	0,11 $\Omega$	1,74KA	6KA
CLM2	12,7 A	24 A	16 A	0,11 $\Omega$	1,74KA	6KA
CLM3	13,3 A	44 A	16 A	0,11 $\Omega$	1,74KA	6KA
CHI	73,77 A	88 A	80 A	0,07 $\Omega$	4,57KA	10KA
CPT	92,96 A	110 A	100 A	0,04 $\Omega$	8KA	10KA
CT	59,16 A	70 A	63A	0.03 $\Omega$	10,6KA	15KA
CGC	50,70 A	70 A	63 A	0.03 $\Omega$	10,6KA	15KA
LP65/M2	6,25 A	13,5 A	10 A	0.3 $\Omega$	0,613KA	6KA
	2 x 2,17 A	13,5 A	6 A	0.5 $\Omega$	0,640KA	6KA
LA1/LP3 5/M1	2 A	13,5 A	6 A	0.5 $\Omega$	0,640KA	6KA
	3,36 A	13,5 A	6 A	0.5 $\Omega$	0,640KA	6KA
	2,17 A	13,5 A	6 A	0.3 $\Omega$	0,613KA	6KA
LA2/LS CV/M3	2,24 A	13,5 A	6 A	0.5 $\Omega$	0,640KA	6KA
	2x 2,17 A	13,5 A	6 A	0.3 $\Omega$	0,613KA	6KA

Tabla 11. Interruptores magnetotérmicos de la instalación.

Circuito	Intensidad de trabajo	Intensidad admisible	Calibre del Fusible	Resistencia de corto circuito	Intensidad de corto circuito	Poder de corte
Acometida	289A	520A	320A	0.02 $\Omega$	16KA	50KA
CG1	270,5A	520A	320A	0.02 $\Omega$	16KA	25KA
CG2	8,3A	44A	16A	0.022 $\Omega$	14,5KA	15KA

Tabla 12. Descripción de los fusibles de la instalación.

Circuito	Número de diferenciales	Sensibilidad	Calibre
Cuadro General de maquinaria	4	30 mA	80 A, 100 A, 63 A
Cuadro General de la luminaria	3	30 mA	16 A
Sub – Cuadro C1	3	30 mA	10 A, 6 A
Sub – Cuadro C2	3	30 mA	6 A
Sub – Cuadro C3	4	30 mA	6 A

*Tabla 13. Descripción de los interruptores diferenciales.*

## 1.7. Puesta a tierra

Se calculó la resistencia a tierra con el fin de limitar la tensión con respecto al punto de tierra que se pueda producir entre las masas del sistema. Con esto se puede garantizar que los mecanismos de protección puedan responder acorde con sus características, y así disminuir el riesgo de fallo.

Es siempre recomendable instalar la toma de tierra cerca del cuadro eléctrico, en nuestro caso, al tener dos Cuadros Generales, se instalará la toma de tierra en la Caja de Protección y Medida.

Como la instalación se realiza en el polígono industrial, y conociendo que los terrenos de esa zona son terraplenes, el tipo de resistividad escogida para nuestro caso es el de  $500 \Omega \cdot m$ , según la ITC – BT – 18.

El tipo de electrodo escogido para la puesta a tierra es el anillo de cable conductor de cobre, puesto que, debido a la potencia solicitada, es el electrodo más conveniente en estos casos. Se instalará un anillo de cable conductor de 5 metros de radio.



La resistencia a tierra calculada mediante esta instalación se ha realizado mediante a siguiente ecuación:

$$R = \frac{2 * \rho}{L}$$

*Ecuación 6. Cálculo de la resistencia de tierra para electrodo de cable conductor en anillo.*

Donde La “R” es la resistencia a tierra resultante en  $\Omega$ , “ $\rho$ ” es la resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$ , y la “L” es la longitud del cable de cobre que se va a instalar. La instalación del cable ha de garantizar que provoca una resistencia de tierra inferior a  $37\Omega$ .

A continuación, se muestra el resultado del cálculo de la resistencia a tierra según las anteriores indicaciones:

Resistencia de puesta a tierra de la instalación	
Resistividad del terreno seleccionada	500 $\Omega \cdot m$
Tipo de electrodo empleado	Conductor de cobre en forma de anillo
Longitud del electrodo	5 metros de radio/ 31,4 metros de longitud del anillo
Resistencia de tierra	31,8 $\Omega$
Intensidad máxima en locales húmedos	0,38 A
Intensidad máxima en locales secos	1,57 A

*Tabla 14. Resultado de la resistencia de puesta a tierra.*

## 1.8. Iluminación

Según el R.D. 314/2006 que clasifica los lux promedio de las áreas de trabajo y mediante el empleo del software DIALUX se pudo dimensionar la cantidad de luminarias necesarias para cada zona de trabajo.

La siguiente tabla muestra los lúmenes mínimos según las áreas de trabajo y las actividades:

Zona	Tarea	Lúmenes necesarios
Establecimiento minorista	Área de ventas	300 lux
Actividades industriales	Hornos de metalurgia	200 lux
Áreas comunes de edificio	Vestuario/aseos	200 lux
Áreas comunes de edificio	Salas de material	200 lux

*Tabla 15. Lúmenes mínimos según la Norma UNE 12464.*

En cuanto a la luminaria de emergencia:

Según la ITC-BT-28, se tendrá que disponer de luz de emergencia en cada elemento como los extintores y en los pasillos de seguridad.

- En los elementos de emergencia dispondrá una luminosidad de 5 lux
- En las zonas de evacuación 1 lux

En nuestro caso, hemos seleccionado un tipo de luminaria LED, para todas las áreas de la instalación. Aunque de diversa potencia según los requisitos que solicitaba para satisfacer la Norma UNE 12464.

- Almacén de cobre producido: LG T1750GE502B CE\_LG LED Tube 1200 mm 17.2W 5000K. (24 piezas) (412.8 W).

- Almacén de materia prima: LG T1750GE502B CE\_LG LED Tube 1200 mm 17.2W 5000K. (27 piezas) (464.4 W).
- Sala comercial: LG LGE-2X2LT-53-40-T UL\_LG LED Lensed Troffers 53W 2X2 4000K T-bar (5 piezas) (265.0W).
- Planta de tratado de cobre: LG A2550TS00BA CE\_LG LED Slim ARTBlade Satin 25W 5000K (0-10V) (1.000) (78 piezas) (1990 W).

En cuanto a la luminaria de emergencia, se ha seleccionado el modelo URA 21 de la marca Legrand, debido a que ha resultado ser un producto de garantía con bajo consumo, alta eficiencia y ecología.

A continuación, se muestra una tabla con la luminaria empleada en el establecimiento:

Área	Modelo de luminaria	Potencia	Cantidad	Lúmenes
Almacén de materia prima	LG T1750GE502B CE_LG LED Tube 1200 mm	17,2 W	27 Unidades	250 lx
Almacén de producto	LG T1750GE502B CE_LG LED Tube 1200 mm	17,2 W	24 Unidades	257 lx
Planta de proceso	LG A2550TS00BA CE_LG LED Slim ARTBlade	25 W	78 Unidades	225 lx
Sala de comercio	LG LGE-2X2LT- 53-40-T UL_LG LED Lensed Troffers	53 W	5 Unidades	350 lx

Luminaria de emergencia del establecimiento	URA 21	6 W	23 Unidades	28 lx
---	--------	-----	-------------	-------

*Tabla 16. Luminaria seleccionada.*

Para garantizar que se cumple la normativa para casos de evacuación por incendios o por razones que lo requiera, se han instalado estas luminarias de emergencia en cada extintor del establecimiento, así como de cada cuadro y sub – cuadro de la instalación eléctrica.



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## ANEXOS DIALUX

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

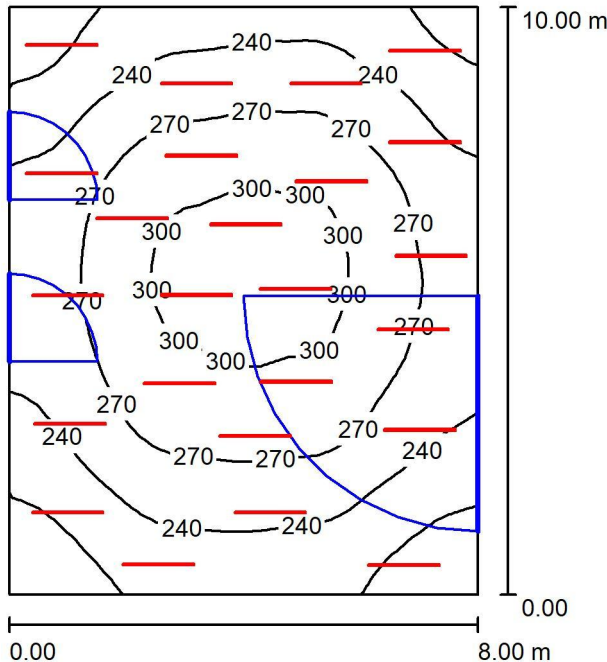
**Septiembre 2017**





Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacén / Output en hoja simple**



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	257	183	312	0.711
Suelo	20	233	169	275	0.727
Techo	70	179	80	3718	0.447
Paredes (4)	50	206	112	916	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

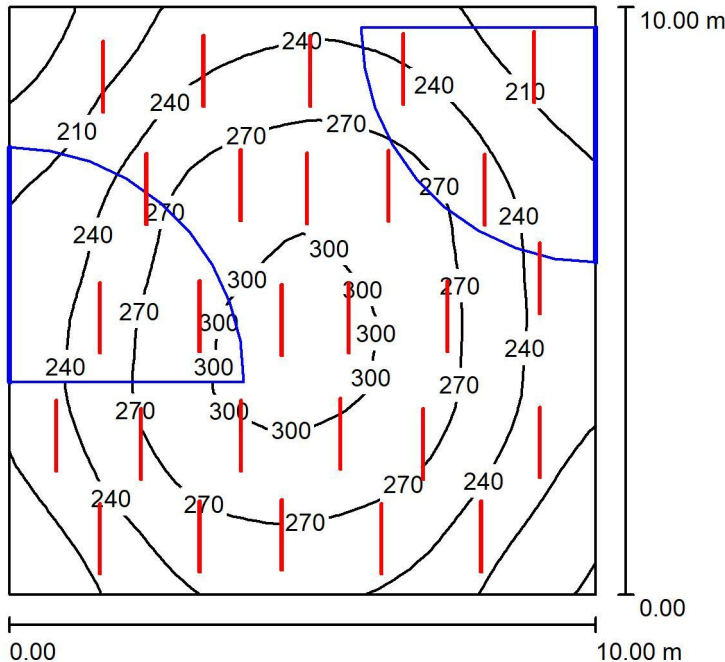
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	24	LG T1750GE502B CE_LG LED Tube 1200mm 17.2W 5000K (Lamp Only) External Converter (1.000)	2139	2260	17.2
			Total: 51325	Total: 54240	412.8

Valor de eficiencia energética: 5.16 W/m<sup>2</sup> = 2.01 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 80.00 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Almacén / Output en hoja simple**



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:129

Superficie	ρ [%]	E <sub>m</sub> [lx]	E <sub>min</sub> [lx]	E <sub>max</sub> [lx]	E <sub>min</sub> / E <sub>m</sub>
Plano útil	/	250	166	310	0.664
Suelo	20	227	162	273	0.715
Techo	70	160	61	3725	0.384
Paredes (4)	50	185	105	569	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 32 x 32 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

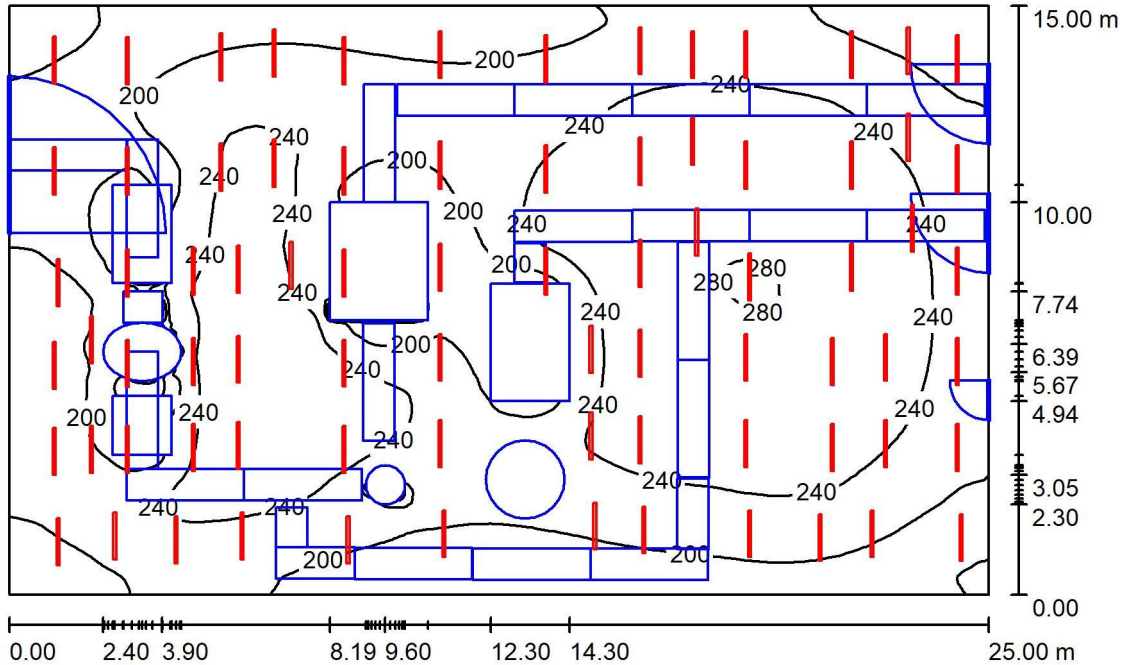
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	27	LG T1750GE502B CE_LG LED Tube 1200mm 17.2W 5000K (Lamp Only) External Converter (1.000)	2139	2260	17.2
			Total: 57741	Total: 61020	464.4

Valor de eficiencia energética: 4.64 W/m<sup>2</sup> = 1.86 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 100.00 m<sup>2</sup>)



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

**Planta / Output en hoja simple**



Altura del local: 6.500 m, Altura de montaje: 6.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:193

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	225	116	284	0.515
Suelo	20	149	14	260	0.094
Techo	70	56	46	96	0.834
Paredes (4)	50	144	53	301	/

**Plano útil:**

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

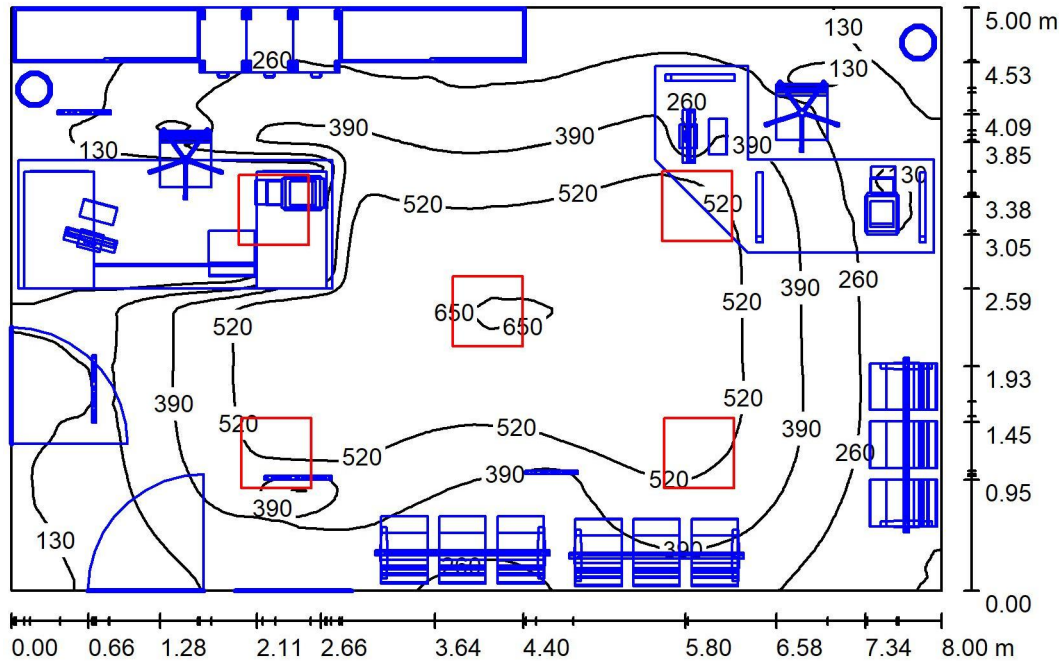
**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	78	LG A2550TS00BA CE_LG LED SlimART Blade Satin 25W 5000K (0-10V) (1.000)	1850	1850	25.4
			Total: 144301	Total: 144300	1981.2

Valor de eficiencia energética:  $5.28 \text{ W/m}^2 = 2.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base: 375.00 m<sup>2</sup>)

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Sala / Output en hoja simple



Altura del local: 3.000 m, Altura de montaje: 3.097 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:65

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	350	18	659	0.051
Suelo	20	245	5.07	515	0.021
Techo	70	67	41	81	0.610
Paredes (4)	50	103	6.87	275	/

**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)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	LG LGE-2X2LT-53-40-T UL_LG LED Lensed Troffers 53W 2x2 4000K T-bar (1.000)	3998	4000	53.0
			Total: 19992	Total: 20000	265.0

Valor de eficiencia energética:  $6.63 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $40.00 \text{ m}^2$ )



Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## DOCUMENTOS ADJUNTOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

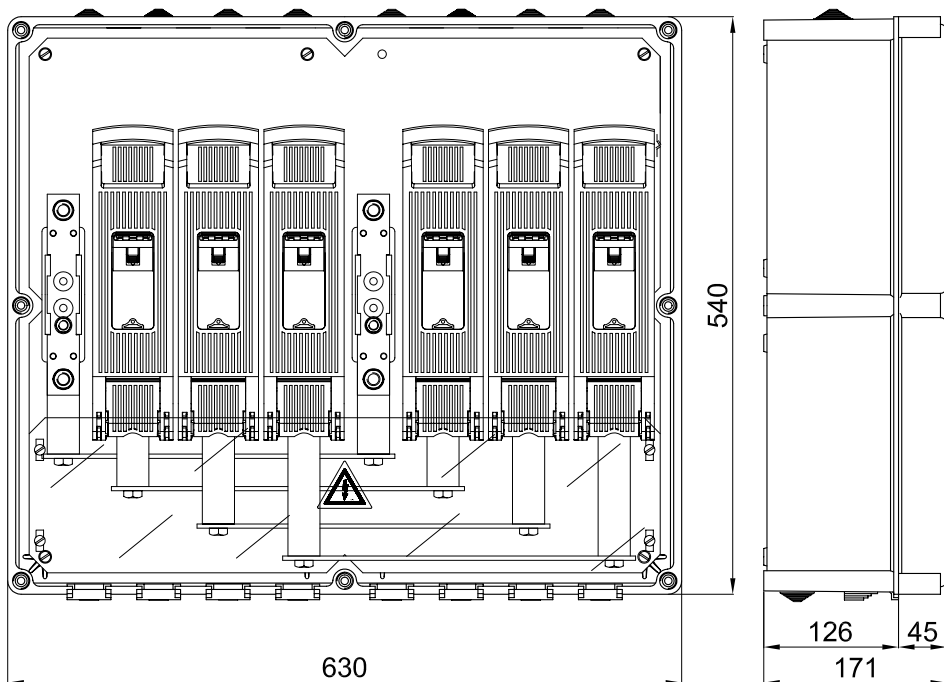
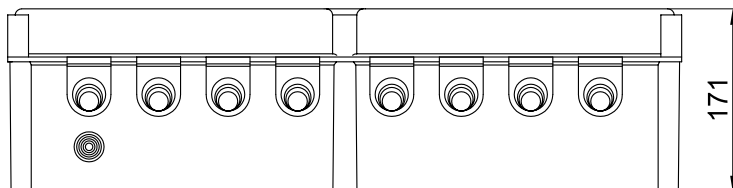
**Septiembre 2017**

## ÍNDICE

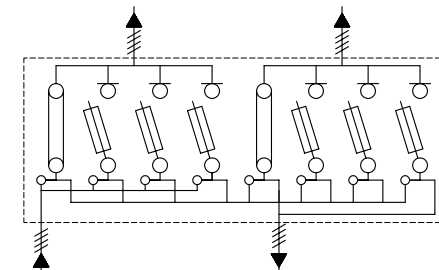
1. Ficha técnica del cuadro general
2. Ficha técnica del motor de puerta levadiza
3. Fusibles NH df Electric
4. Catálogo de Luminaria de emergencia seleccionada
5. Ficha técnica de los extintores seleccionados

REFERENCIA CAHORS: 0446553

REFERENCIA E.ON: CGP-11-250/250/BUC




ESQUEMA ELECTRICO:



CARACTERISTICAS:

- Tensión asignada: 500V
- Intensidad asignada: 250A
- Grados de protección IP43, IK08
- Seis bases seccionables en carga tamaño BUC-1 250A
- Dos neutros rígidos con tornillos puesta a tierra
- Bornes de entrada mediante tornillo Inox M10
- Bornes de salida mediante tornillo Inox M10

NORMAS:

- UNE-EN 60439
- UNE-EN 20324
- UNE-EN 50102
- REBT ITC BT13
- DIRECTIVA 
- UNE-EN 60947
- NV-IE01

UTILIZACION:

- Protección de la línea general de alimentación en una instalación de enlace
- Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje superficial, empotrada o en nicho de acuerdo al REBT



# MANUAL TECNICO DE INSTALACION

## MOTOR PARA PUERTAS CORREDERAS

# SIMPLY



**Atención!** Antes de efectuar la instalación, leer atentamente el presente manual, que es parte integrante de este producto.

Nuestros productos si instalados por personal cualificado capaz de la evaluacion de riesgos, cumplen con la norma UNI EN 12453, EN 12445

La marca CE es conforme con la directiva europea R&TTE 99/05CE

# INDICE

	Pag.
Composición embalaje .....	2
Prospecto general .....	3
Datos Técnicos.....	3
Dimensión .....	4
Conexiones y secciones de cables .....	4
Consideraciones para la instalación .....	5
Modalidad de instalación .....	6
Inconvenientes : causas y soluciones.....	7
Sugerencias y seguridad .....	8

## CONTENIDO EMBALAJE

1- Motorreductor para correderas



1- Kit Placas de Final de Carrera



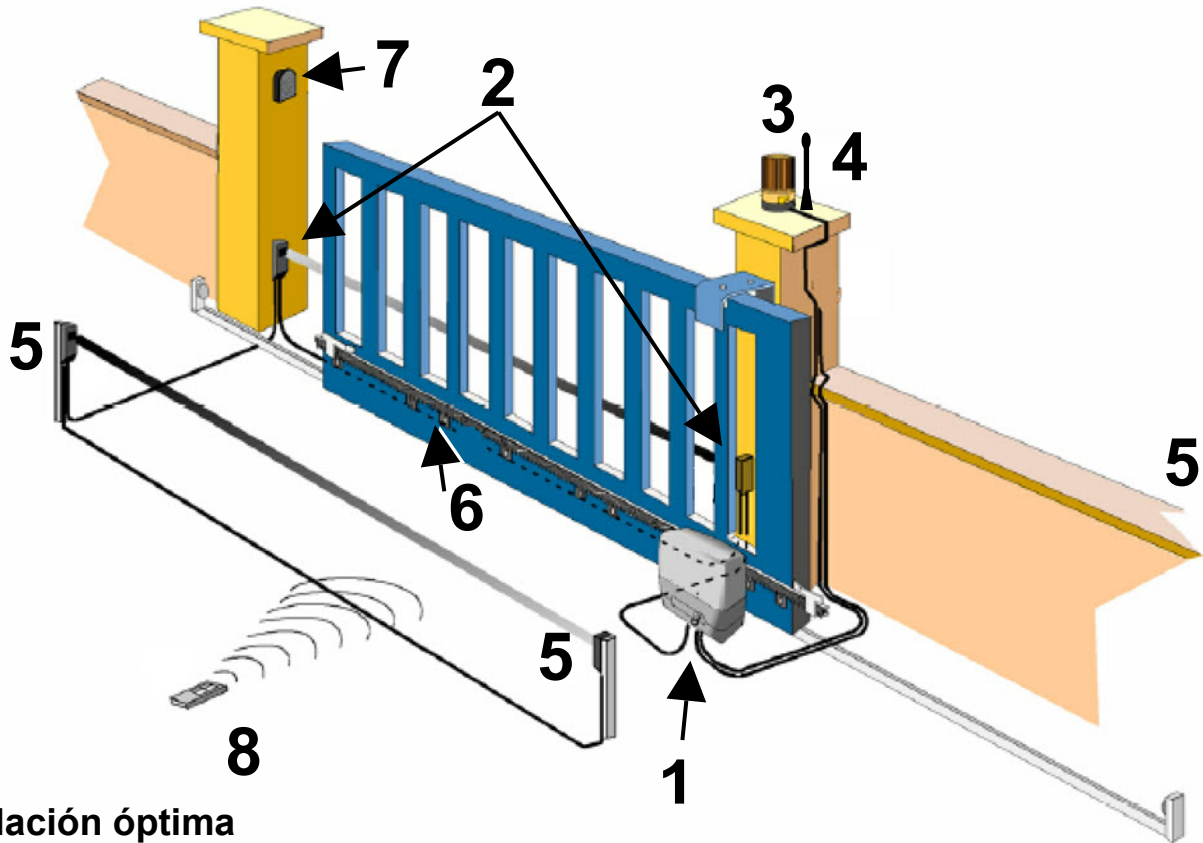
1- Par de llaves de desbloqueo

1- Condensador (230Vca)





# PROSPECTO AUTOMATISMO TIPO Y NOMENCLATURA COMPONENTES



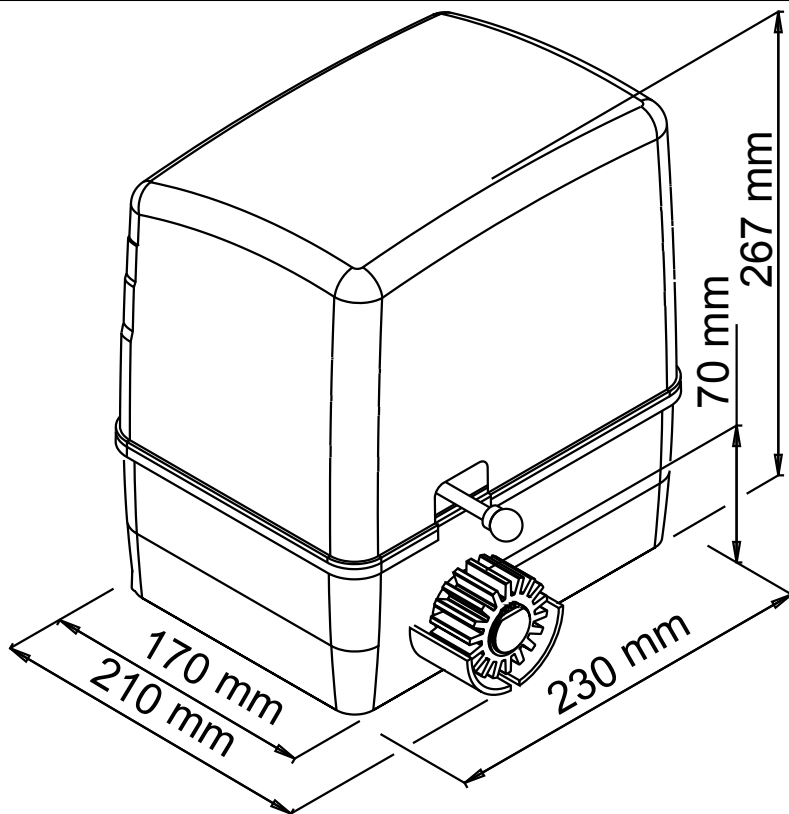
Instalación óptima

- |                                      |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1- Motor con electrónica incorporada | 5- Fotocélula interna |
| 2- Fotocélula externa                | 6- Cremallera         |
| 3- Indicador luminoso intermitente   | 7- Selector de llave  |
| 4- Antena                            | 8- Emisor             |

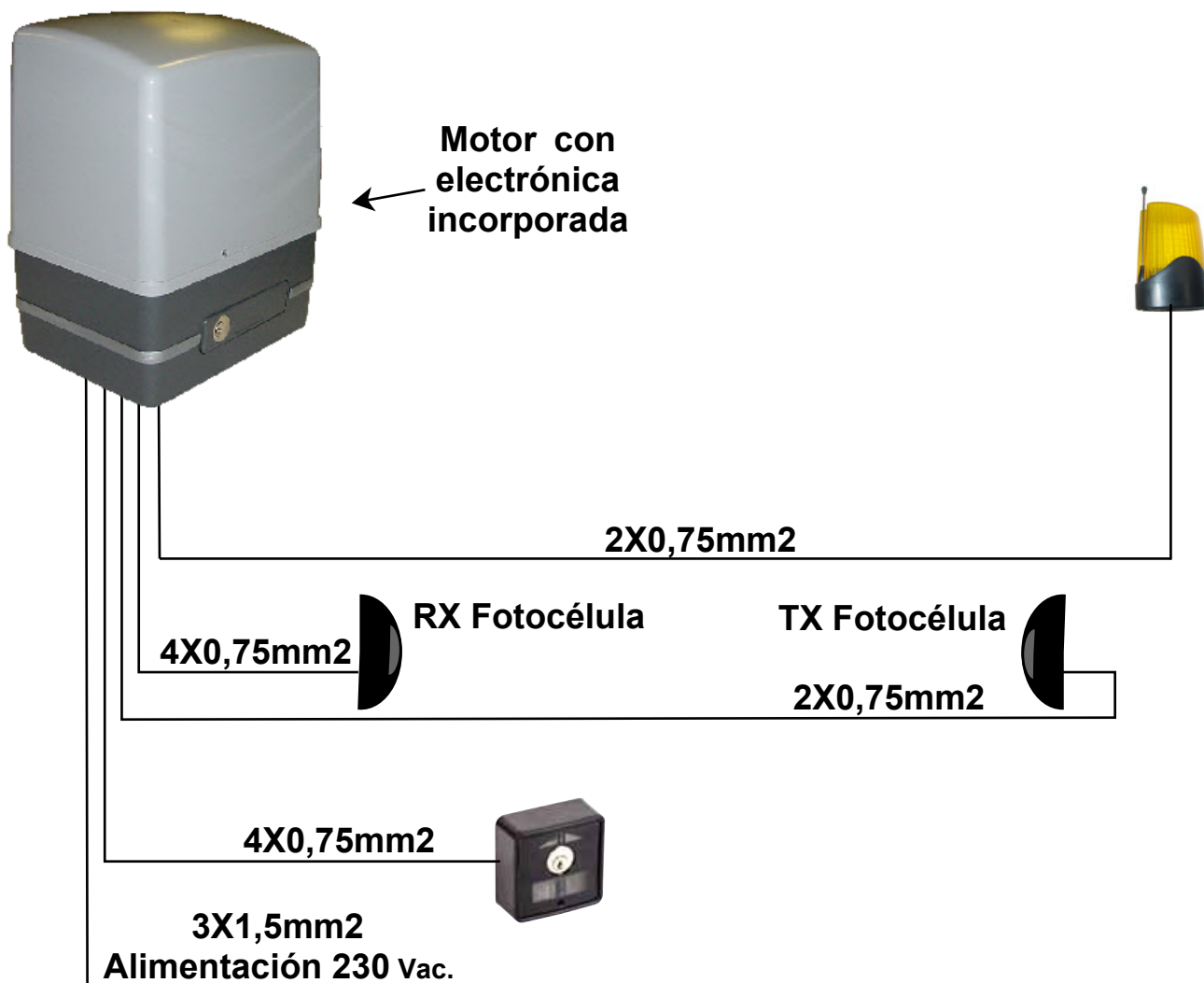
## DATOS TECNICOS

	230V	24V
Peso máximo por hoja	600 Kg	350 / 600 Kg
Alimentación del Motor	230 Vac	24 Vdc
Corriente absorbida por el motor	1.3 A	3 A
Potencia del motor eléctrico	250 W	50 W
Revoluciones del motor	1400	2000   1800 Encoder
Condensador	12,5 µF	/
Desbloqueo mecánico para maniobra de emergencia	Con Llave	
Temperatura de funcionamiento	-20° C / +55° C	
Peso	8 Kg	
Clase de protección	IP 44	
Tiempo de apertura	10 mt min	12mt min
Final de Carrera	Electromecánico	

## DIMENSIONES



## CONEXION TIPO Y SECCION CABLES



## CONSIDERACIONES PARA LA INSTALACIÓN

- Las operaciones de instalación y ensayo deben ser efectuadas únicamente por personal calificado para garantizar un funcionamiento correcto y seguro de la cancela automática.
- La Empresa, se exime de toda responsabilidad por los daños derivados de instalaciones erradas por incapacidad y/o negligencia.
- Antes de proceder al montaje del automatismo controlar el buen funcionamiento de la cancela. Asimismo es conveniente verificar que la guía de desplazamiento a tierra ( **Fig. 1** ) no presente malformaciones, que se encuentre perfectamente nivelada y que el tope mecánico en apertura esté presente ( **Fig. 2** ), para evitar que la cancela salga de las guías superiores ( **Fig. 3** ).

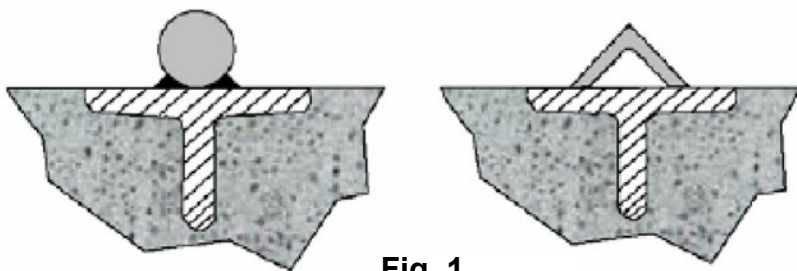


Fig. 1

Sección redondeada

Sección de canto

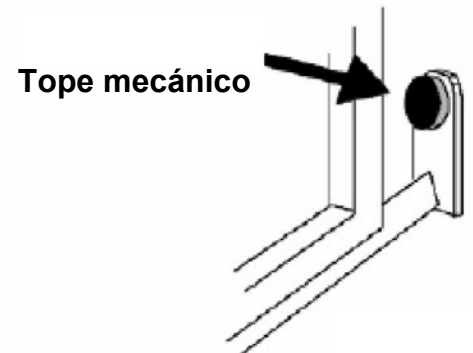


Fig. 2

- Verificar que la guía de desplazamiento superior ( **Fig. 3** ) esté fijada firmemente y que la cancela se desplace libremente.

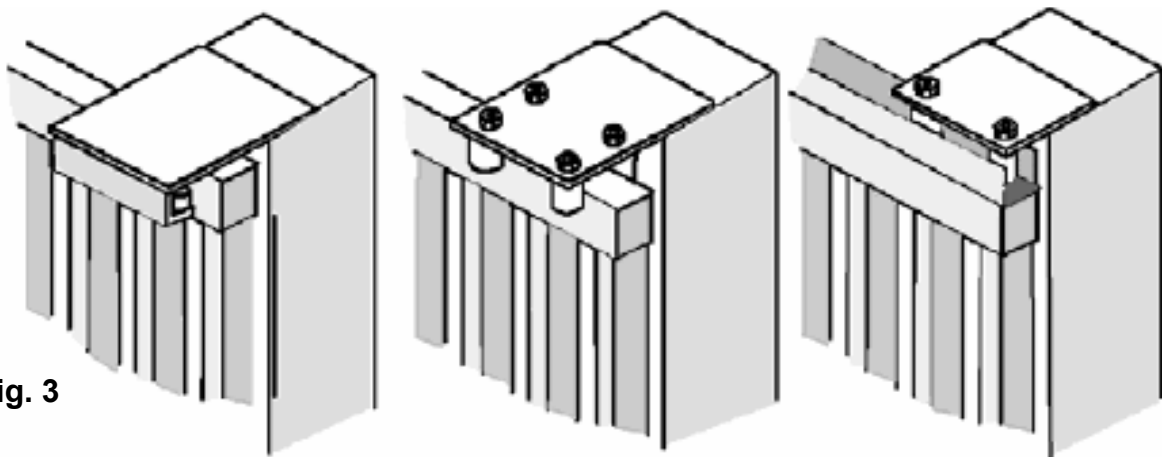


Fig. 3

- Verificar que las ruedas ( **Fig. 4** ) utilizadas sean las apropiadas para el tipo de guía a tierra

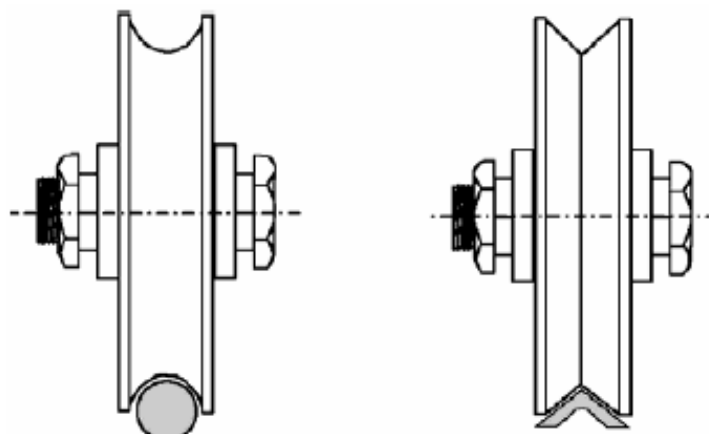
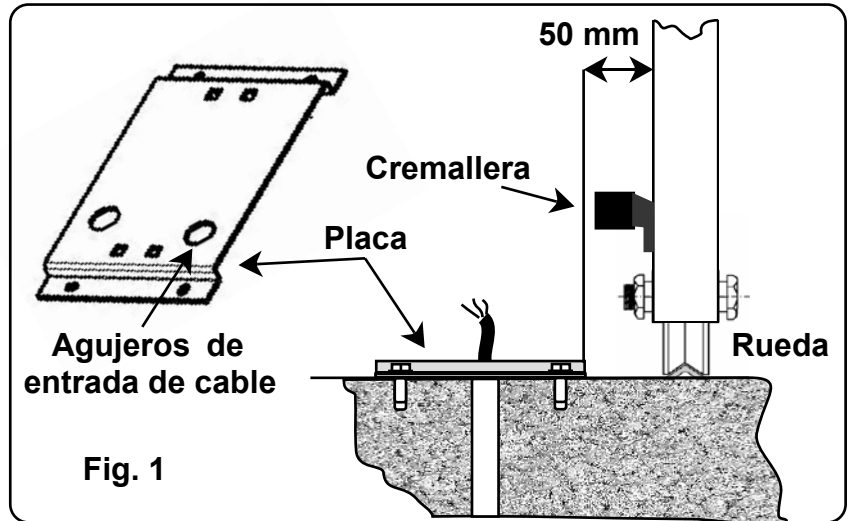


Fig. 4

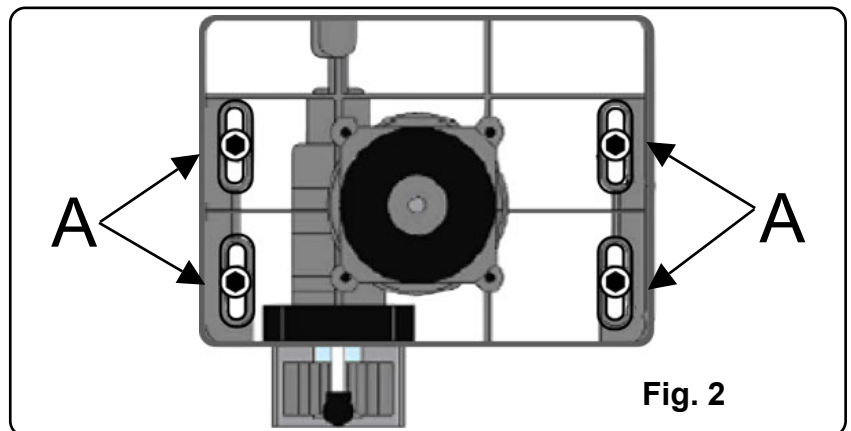
## MODALIDAD DE INSTALACIÓN

Posicionar la placa suministrada (**Fig. 1**) a una distancia de **50 mm/MAX** del borde de la cancela y perfectamente escuadrada, con un ángulo de 90°.

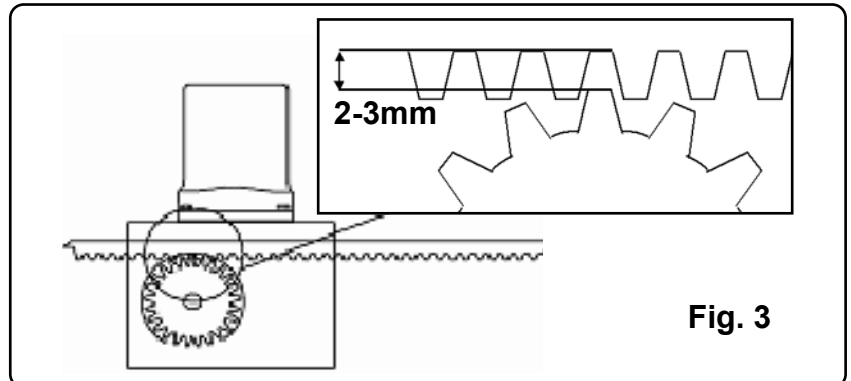
Antes de fijar la placa con cemento, tarugos u otro elemento, pasar la/s funda/s de los cables por los agujeros predispuestos.



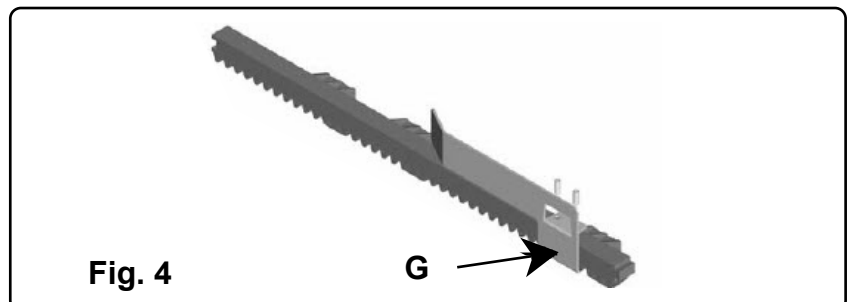
Posicionar el motorreductor y fijarlo con los pernos suministrados. **A** (**Fig.2**).



Fijar firmemente la cremallera en la cancela, dejando una distancia de 2 a 3 mm. desde el piñón del motor (**Fig.3**).



Fijar las placas (Levas **G**) de Final de Carrera del motor en la cremallera (**Fig. 4**)



### Procedimiento de desbloqueo

1. Insertar la llave suministrada en el cilindro respectivo y girar la llave.
2. Jalar la palanca hasta el tope



## INCONVENIENTES- CAUSAS Y SOLUCIONES

INCONVENIENTE	CAUSA PROBABLE	SOLUCION
<p>Ante un mando emitido con el radiomando o con el selector de llave, la cancela abre o el motor no arranca</p>	<p>Alimentación de red 230 volt ausente</p>	<p>Controlar el interruptor principal</p>
	<p>Presencia de STOP de emergencia</p>	<p>Controlar los selectores o mandos de STOP. Si no utilizados, controlar en la central, el puente en entrada contacto STOP</p>
	<p>Fusible quemado</p>	<p>Sustituirlo por otro fusible con las mismas características.</p>
	<p>Cable de alimentación del o de los motores no conectado o defectuoso.</p>	<p>Conectar el cable en el borne respectivo o sustituirlo.</p>
	<p>Hay un obstáculo en el medio de fotocélula o ésta no funciona</p>	<p>Verificar la conexión, remover obstáculo..</p>
<p>Ante un mando emitido con el radiomando no abre pero funciona con el mando de llave</p>	<p>El radiomando no ha sido memorizado o la batería está descargada</p>	<p>Efectuar el procedimiento de reconocimiento del radiomando en el receptor de radio o sustituir la batería por otra nueva.</p>
<p>La cancela arranca, pero se detiene</p>	<p>La fuerza del o de los motores es insuficiente</p>	<p>Modificar el valor con el trimmer FUERZA ubicado en la central</p>

**Nota - Si el inconveniente aún persiste, contactarse con el Revendedor mismo o con el Centro de Asistencia más cercano**

## ADVERTENCIAS PARA LA SEGURIDAD

Las presentes advertencias constituyen una parte integrante y esencial del producto y deben ser remitidas al usuario. Leerlas atentamente, ya que brindan importantes indicaciones relativas a la instalación, al uso y al mantenimiento. Es necesario conservar el presente módulo y transmitirlo a los nuevos utilizadores del equipo. La errada instalación o el uso inadecuado del producto podría representar una fuente de grave peligro.

### INSTRUCCIONES PARA LA INSTALACION

- La instalación debe ser efectuada por personal profesionalmente competente y respetando la legislación local, estatal, nacional y europea vigente.
- Antes de iniciar la instalación controlar la integridad del producto.
- La puesta en obra, las conexiones eléctricas y las regulaciones deben ser efectuadas a "La Perfección".
- Los materiales de embalaje (caja, plástico, poliestireno, etc.) no deben ser dispersados en el ambiente ni dejados al alcance de los niños, ya que constituyen una potencial fuente de peligro.
- No instalar el producto en ambientes donde existe peligro de explosión o interferidos por campos electromagnéticos. La presencia de gas o humos inflamables representa un grave peligro para la seguridad.
- Prever, en la red de alimentación, una protección para extratensiones y un interruptor/seccionador y/o diferencial adecuados para el producto y en conformidad con las normas vigentes.
- El constructor queda eximido de cualquier responsabilidad en el caso de instalación de dispositivos y/o componentes incompatibles para la integridad del producto, la seguridad y el funcionamiento.
- Para la reparación o sustitución de las partes se deberán utilizar exclusivamente repuestos originales.
- El instalador debe proporcionar todas las informaciones relativas al funcionamiento, mantenimiento y utilización de los componentes y de todo el sistema.

### ADVERTENCIAS PARA EL USUARIO

- Leer atentamente las instrucciones y la documentación adjunta.
- El producto deberá ser destinado al uso para el que ha sido específicamente concebido. Cualquier otro uso debe considerarse como inapropiado y, en consecuencia, peligroso. Asimismo, las informaciones contenidas en el presente documento y en la documentación adjunta podrán ser objeto de modificaciones sin previo aviso. De hecho, son suministradas a título indicativo para la aplicación del producto. La sociedad queda eximida de cualquier responsabilidad.
- Mantener los productos, dispositivos, documentación y cualquier otro elemento fuera del alcance de los niños.
- En caso de mantenimiento, limpieza, avería o mal funcionamiento del producto, remover la alimentación y abstenerse de efectuar cualquier intento de intervención. Dirigirse únicamente al personal profesionalmente competente y encargado de realizar dicha tarea. El irrespeto por lo antes indicado podría generar situaciones de grave peligro.

**Los datos y las imágenes son orientativos**

**FGMATIC se reserva el derecho de modificar en cualquier momento de las características de los productos descritos en su única discreción, sin previo aviso.**



**Tel. 677 59 27 04**

**www.fgmatic.com - info@fgmatic.com**

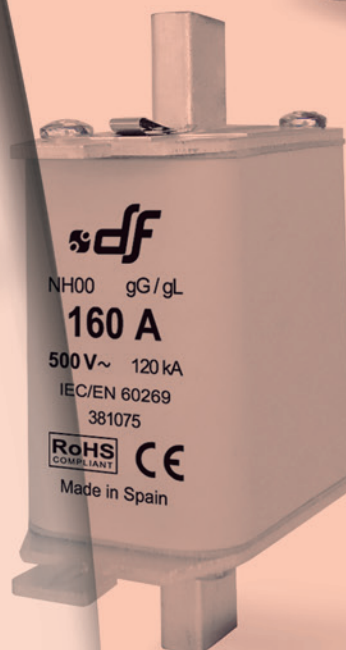






fusibles  
**NH**





# NH FUSIBLES

PAGINA	<b>02</b>	FUSIBLES NH gg 500V
PAGINA	<b>04</b>	FUSIBLES NH gg 690V
PAGINA	<b>06</b>	FUSIBLES NH aM 500V & 690V
PAGINA	<b>08</b>	FUSIBLES NH aM 500V CON PERCUTOR
PAGINA	<b>10</b>	FUSIBLES NH gg 500V CON PERCUTOR
PAGINA	<b>12</b>	FUSIBLES NH gg 690V CON PERCUTOR
		FUSIBLES NH aM 500V & 690V CON PERCUTOR

## gG FUSIBLES NH

500V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase gG de uso general, con indicador superior. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección de líneas o equipos tanto ante sobrecargas como cortocircuitos, en tensiones nominales hasta 500V AC (+10%). El poder de corte asignado es de 120 kA. La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NH000 hasta la talla NH4, con corrientes asignadas entre 2A y 1250A. Modelos compact en intensidades inferiores de cada talla. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Uchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269, VDE0636 y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/500V/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/500V/)

	In (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
<b>NH000</b>	2	381000	500	120	3/90
	4	381005	500	120	3/90
	6	381010	500	120	3/90
	10	381015	500	120	3/90
	16	381020	500	120	3/90
	20	381025	500	120	3/90
	25	381030	500	120	3/90
	32	381035	500	120	3/90
	35	381040	500	120	3/90
	40	381045	500	120	3/90
	50	381050	500	120	3/90
	63	381055	500	120	3/90
	80	381060	500	120	3/90
	100	381065	500	120	3/90
<b>NH00</b>	125	381070	500	120	3/60
	160	381075	500	120	3/60
<b>NH0</b>	6	381110	500	120	3/42
	10	381115	500	120	3/42
	16	381120	500	120	3/42
	20	381125	500	120	3/42
	25	381130	500	120	3/42
	32	381135	500	120	3/42
	35	381140	500	120	3/42
	40	381145	500	120	3/42
	50	381150	500	120	3/42
	63	381155	500	120	3/42
	80	381160	500	120	3/42
	100	381165	500	120	3/42
	125	381170	500	120	3/42
160	381175	500	120	3/42	
<b>NH0 S</b>	200	381180	500	120	3/30
	224	381185	500	120	3/30
	250	381190	500	120	3/30



381065



381075



381175



381190

**NORMAS**  
IEC 60269-1  
IEC 60269-2  
EN 60269-1  
EN 60269-2  
DIN 43620

**HOMOLOGACIONES**  
RoHS  
compliant  
REACH  
SVHC

**TECNICO**  
DIMENSIONES  
PAGINA **23**

**TECNICO**  
APLICACIONES DE PARA  
FUSIBLES NH gG  
PAGINA **24**

**TECNICO**  
CARACTERISTICAS I-t  
Y DE LIMITACION  
PAGINA **26**

**TECNICO**  
CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t  
Y POTENCIAS DISIPADAS  
PAGINA **27**

**COMPATIBLE**  
BASES NH ST 690V  
PAGINA **14**

**COMPATIBLE**  
BASES NH CR 690V  
PAGINA **18**

**COMPATIBLE**  
SECCIONADORES EN  
CARGA BS  
PAGINA **21**

## gG FUSIBLES NH

500V

NHC1

$I_n$ (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
50	381230	500	120	3/30
63	381235	500	120	3/30
80	381240	500	120	3/30
100	381245	500	120	3/30
125	381250	500	120	3/30
160	381255	500	120	3/30

NH1

200	381260	500	120	3/30
224	381265	500	120	3/30
250	381270	500	120	3/30
315*	381280	500	120	3/30
355*	381285	500	120	3/30

NHC2

63	381325	500	120	3/24
80	381330	500	120	3/24
100	381335	500	120	3/24
125	381340	500	120	3/24
160	381345	500	120	3/24
200	381350	500	120	3/24
224	381355	500	120	3/24
250	381360	500	120	3/24

NH2

315	381370	500	120	3/18
355	381375	500	120	3/18
400	381380	500	120	3/18
425*	381385	500	120	3/18
500*	381390	500	120	3/18

NHC3

250	381435	500	120	3/18
315	381445	500	120	3/18
355	381450	500	120	3/18
400	381455	500	120	3/18

NH3

425	381460	500	120	3/18
500	381465	500	120	3/18
630	381470	500	120	3/18
800*	381475	500	120	3/18

NH4

315	381505	500	120	1/6
400	381510	500	120	1/6
500	381515	500	120	1/6
630	381520	500	120	1/6
800	381525	500	120	1/6
900	381527	500	120	1/6
1000	381530	500	120	1/6
1250*	381535	500	120	1/6

\* FUSIBLES SOBRECALIBRADOS



381255



381285



381360



381390



381455



381470



381535

## gG FUSIBLES NH

690V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase gG de uso general, con indicador superior. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección de líneas o equipos tanto ante sobrecargas como cortocircuitos, en tensiones nominales hasta 690V AC (+5%). El poder de corte asignado es de 80 kA. La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NH000 hasta la talla NH4, con corrientes asignadas comprendidas entre 2A y 800A. Modelos compact en intensidades inferiores de cada talla. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Cuchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269 y VDE0636, y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/690V/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/690V/)

	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
<b>NH000</b>	2	<b>382000</b>	690	80	3/90
	4	<b>382005</b>	690	80	3/90
	6	<b>382010</b>	690	80	3/90
	10	<b>382015</b>	690	80	3/90
	16	<b>382020</b>	690	80	3/90
	20	<b>382025</b>	690	80	3/90
	25	<b>382030</b>	690	80	3/90
	32	<b>382035</b>	690	80	3/90
	35	<b>382040</b>	690	80	3/90
	40	<b>382045</b>	690	80	3/90



382045

<b>NH00</b>	50	<b>382050</b>	690	80	3/60
	63	<b>382055</b>	690	80	3/60
	80	<b>382060</b>	690	80	3/60
	100	<b>382065</b>	690	80	3/60



382065

<b>NH0</b>	6	<b>382110</b>	690	80	3/42
	10	<b>382115</b>	690	80	3/42
	16	<b>382120</b>	690	80	3/42
	20	<b>382125</b>	690	80	3/42
	25	<b>382130</b>	690	80	3/42
	32	<b>382135</b>	690	80	3/42
	35	<b>382140</b>	690	80	3/42
	40	<b>382145</b>	690	80	3/42
	50	<b>382150</b>	690	80	3/42
	63	<b>382155</b>	690	80	3/42
	80	<b>382160</b>	690	80	3/42
	100	<b>382165</b>	690	80	3/42



382145

<b>NORMAS</b> IEC 60269-1 IEC 60269-2 EN 60269-1 EN 60269-2 DIN 43620	<b>HOMOLOGACIONES</b> 
--	---------------------------

<b>TECNICO</b> DIMENSIONES	PAGINA <b>23</b>
-------------------------------	------------------

<b>TECNICO</b> APLICACIONES DE PARA FUSIBLES NH gG	PAGINA <b>24</b>
---	------------------

<b>TECNICO</b> CARACTERISTICAS t-I Y DE LIMITACION	PAGINA <b>28</b>
---	------------------

<b>TECNICO</b> CARACTERISTICAS I <sup>2</sup> t Y POTENCIAS DISIPADAS	PAGINA <b>29</b>
--	------------------

<b>COMPATIBLE</b> BASES NH ST 690V	PAGINA <b>14</b>
---------------------------------------	------------------

<b>COMPATIBLE</b> BASES NH CR 690V	PAGINA <b>18</b>
---------------------------------------	------------------

<b>COMPATIBLE</b> SECCIONADORES EN CARGA BS	PAGINA <b>21</b>
--	------------------

## gG FUSIBLES NH

690V

	$I_n$ (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
<b>NHC1</b>	50	382230	690	80	3/30
	63	382235	690	80	3/30
	80	382240	690	80	3/30
	100	382245	690	80	3/30

<b>NH1</b>	125	382250	690	80	3/30
	160	382255	690	80	3/30
	200	382260	690	80	3/30

<b>NHC2</b>	63	382325	690	80	3/24
	80	382330	690	80	3/24
	100	382335	690	80	3/24
	125	382340	690	80	3/24
	160	382345	690	80	3/24
	200	382350	690	80	3/24

<b>NH2</b>	224	382355	690	80	3/18
	250	382360	690	80	3/18
	315	382370	690	80	3/18

<b>NHC3</b>	250	382435	690	80	3/18
	315	382445	690	80	3/18

<b>NH3</b>	355	382450	690	80	3/18
	400	382455	690	80	3/18
	425	382460	690	80	3/18
	500	382465	690	80	3/18

<b>NH4</b>	400	382510	690	80	1/6
	500	382515	690	80	1/6
	630	382520	690	80	1/6
	800	382525	690	80	1/6



382245



382260



382325



382370



382445



382465



382525



## aM FUSIBLES NH

500V  
690V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase aM para protección de motores, con indicador superior. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección contra cortocircuitos en motores, transformadores y otras cargas con elevadas corrientes de conexión en tensiones nominales hasta 500V AC (+10%) y 690V AC (+5%). El poder de corte asignado es de 80 kA a 690V ó 120 kA a 500V. Óptima protección de la aparamenta (contactor, relé térmico, etc) debido a la limitación de corriente y a los bajos valores de I<sup>2t</sup>. Deben ir asociados con un dispositivo de protección para las sobrecargas (relé térmico). La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NH000 hasta la talla NH4, con corrientes asignadas comprendidas entre 6A y 1250A. Modelos compact en intensidades inferiores de cada talla. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Elementos de fusión plateados para evitar el envejecimiento y mantener inalterables las características. Cuchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269 y VDE0636, y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/am/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/am/)

### NH000

I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
6	384010	690	80	3/90
10	384015	690	80	3/90
16	384020	690	80	3/90
20	384025	690	80	3/90
25	384030	690	80	3/90
32	384035	690	80	3/90
35	384040	690	80	3/90
40	384045	690	80	3/90



384045

### NH00

50	384050	690	80	3/60
63	384055	690	80	3/60
80	384060	690	80	3/60
100	384065	690	80	3/60
125	383070	500	120	3/60
160	383075	500	120	3/60



384065

### NH0

6	384110	690	80	3/42
10	384115	690	80	3/42
16	384120	690	80	3/42
20	384125	690	80	3/42
25	384130	690	80	3/42
32	384135	690	80	3/42
35	384140	690	80	3/42
40	384145	690	80	3/42
50	384150	690	80	3/42
63	384155	690	80	3/42
80	384160	690	80	3/42
100	384165	690	80	3/42
125	383170	500	120	3/42
160	383175	500	120	3/42



384165

### NH0 S

125	384170	690	80	3/30
160	384175	690	80	3/30
200	383180	500	120	3/30



384175

NORMAS	HOMOLOGACIONES
IEC 60269-1 IEC 60269-2 EN 60269-1 EN 60269-2 DIN 43620	RoHS compliant 2002/95/CE

TECNICO	TECNICO	TECNICO
DIMENSIONES	CARACTERISTICAS I-t Y DE LIMITACION	CARACTERISTICAS I <sup>2t</sup> Y POTENCIAS DISIPADAS
PAGINA 23	PAGINA 30	PAGINA 31

COMPATIBLE	COMPATIBLE	COMPATIBLE
BASES NH ST 690V	BASES NH CR 690V	SECCIONADORES EN CARGA BS
PAGINA 14	PAGINA 18	PAGINA 21

## aM FUSIBLES NH

500V  
690V

NHC1	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	63	384235	690	80	3/30
	80	384240	690	80	3/30
	100	384245	690	80	3/30

NH1	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	125	384250	690	80	3/30
	160	384255	690	80	3/30
	200	384260	690	80	3/30
	224	383265	500	120	3/30
	250	383270	500	120	3/30

NHC2	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	125	384340	690	80	3/24
	160	384345	690	80	3/24
	200	384350	690	80	3/24

NH2	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	224	384355	690	80	3/18
	250	384360	690	80	3/18
	315	384370	690	80	3/18
	355	384375	690	80	3/18
	400	383380	500	120	3/18

NHC3	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	315	384445	690	80	3/18
	355	384450	690	80	3/18

NH3	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	400	384455	690	80	3/18
	425	384460	690	80	3/18
	500	384465	690	80	3/18
	630	383470	500	120	3/18

NH4	I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
	400	384510	690	80	1/6
	500	384515	690	80	1/6
	630	384520	690	80	1/6
	800	384525	690	80	1/6
	315	383505	500	120	1/6
	400	383510	500	120	1/6
	500	383515	500	120	1/6
	630	383520	500	120	1/6
	800	383525	500	120	1/6
	1000	383530	500	120	1/6
	1250	383535	500	120	1/6



384245



384260



384350



384375



384450



384465



384525



## gG FUSIBLES NH CON PERCUTOR

500V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase gG de uso general, con percutor. Para ser utilizados en bases con Microruptor. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección de líneas o equipos tanto ante sobrecargas como cortocircuitos, en tensiones nominales hasta 500V AC (+10%). El poder de corte asignado es de 120 kA. La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NH0 hasta la talla NH4, con corrientes asignadas entre 32A y 1250A. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Cuchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269, VDE0636 y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/percutor/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/percutor/)

NH0S

In (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
32	395135	500	120	3/30
35	395140	500	120	3/30
40	395145	500	120	3/30
50	395150	500	120	3/30
63	395155	500	120	3/30
80	395160	500	120	3/30
100	395165	500	120	3/30
125	395170	500	120	3/30
160	395175	500	120	3/30
200*	395180	500	120	3/30

\* FUSIBLES SOBREALIBRADOS



395180

NH1

63	395235	500	120	3/30
80	395240	500	120	3/30
100	395245	500	120	3/30
125	395250	500	120	3/30
160	395255	500	120	3/30
200	395260	500	120	3/30
250	395270	500	120	3/30
315*	395280	500	120	3/30
355*	395285	500	120	3/30

\* FUSIBLES SOBREALIBRADOS



395270

NORMAS IEC 60269-1 IEC 60269-2 EN 60269-1 EN 60269-2 DIN 43620	HOMOLOGACIONES 
---	--------------------

TECNICO DIMENSIONES	PAGINA 24
------------------------	-----------

TECNICO APLICACIONES DE PARA FUSIBLES NH gG	PAGINA 24
--	-----------

TECNICO CARACTERISTICAS t-I Y DE LIMITACION	PAGINA 32
--	-----------

TECNICO CARACTERISTICAS I <sup>2</sup> t Y POTENCIAS DISIPADAS	PAGINA 33
---	-----------

COMPATIBLE BASES NH ST 690V	PAGINA 14
--------------------------------	-----------

COMPATIBLE BASES NH CR 690V	PAGINA 18
--------------------------------	-----------

COMPATIBLE SECCIONADORES EN CARGA BS	PAGINA 21
---	-----------

## gG FUSIBLES NH CON PERCUTOR

500V

NH2

$I_n$ (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
125	395340	500	120	3/18
160	395345	500	120	3/18
200	395350	500	120	3/18
224	395355	500	120	3/18
250	395360	500	120	3/18
315	395370	500	120	3/18
355	395375	500	120	3/18
400	395380	500	120	3/18
425*	395385	500	120	3/18
500*	395390	500	120	3/18

\* FUSIBLES SOBRECARGADOS



395380

NH3

315	395445	500	120	3/18
355	395450	500	120	3/18
400	395455	500	120	3/18
425	395460	500	120	3/18
500	395465	500	120	3/18
630	395470	500	120	3/18



395470

NH4

315	395505	500	120	1/6
400	395510	500	120	1/6
500	395515	500	120	1/6
630	395520	500	120	1/6
800	395525	500	120	1/6
1000	395530	500	120	1/6
1250*	395535	500	120	1/6

\* FUSIBLES SOBRECARGADOS



395530

## gG FUSIBLES NH CON PERCUTOR

690V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase gG de uso general, con percutor. Para ser utilizados en bases con Microruptor. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección de líneas o equipos tanto ante sobrecargas como cortocircuitos, en tensiones nominales hasta 690V AC (+5%). El poder de corte asignado es de 80 kA. La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NHO hasta la talla NH4, con corrientes asignadas entre 32A y 800A. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Cuchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269, VDE0636 y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/percutor/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/percutor/)

NHO S

In (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
32	<b>396135</b>	690	80	3/30
35	<b>396140</b>	690	80	3/30
40	<b>396145</b>	690	80	3/30
50	<b>396150</b>	690	80	3/30
63	<b>396155</b>	690	80	3/30
80	<b>396160</b>	690	80	3/30
100	<b>396165</b>	690	80	3/30



396165

NH1

63	<b>396235</b>	690	80	3/30
80	<b>396240</b>	690	80	3/30
100	<b>396245</b>	690	80	3/30
125	<b>396250</b>	690	80	3/30
160	<b>396255</b>	690	80	3/30
200	<b>396260</b>	690	80	3/30



396260

NORMAS
IEC 60269-1 IEC 60269-2 EN 60269-1 EN 60269-2 DIN 43620

HOMOLOGACIONES
RoHS compliant

TECNICO
DIMENSIONES
PAGINA <b>24</b>

TECNICO
APLICACIONES DE PARA FUSIBLES NH gG
PAGINA <b>24</b>

TECNICO
CARACTERISTICAS t-I Y DE LIMITACION
PAGINA <b>34</b>

TECNICO
CARACTERISTICAS I <sup>2</sup> t Y POTENCIAS DISIPADAS
PAGINA <b>35</b>

COMPATIBLE
BASES NH ST 690V
PAGINA <b>14</b>

COMPATIBLE
BASES NH CR 690V
PAGINA <b>18</b>

COMPATIBLE
SECCIONADORES EN CARGA BS
PAGINA <b>21</b>

## gG FUSIBLES NH CON PERCUTOR

690V

NH2

$I_n$ (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
125	396340	690	80	3/18
160	396345	690	80	3/18
200	396350	690	80	3/18
224	396355	690	80	3/18
250	396360	690	80	3/18
315	396370	690	80	3/18



NH3

315	396445	690	80	3/18
355	396450	690	80	3/18
400	396455	690	80	3/18
425	396460	690	80	3/18
500	396465	690	80	3/18



NH4

400	396510	690	120	1/6
500	396515	690	120	1/6
630	396520	690	120	1/6
800	396525	690	120	1/6



## aM FUSIBLES NH CON PERCUTOR

500V  
690V

Cartuchos fusibles de cuchilla (NH) clase aM para protección de motores, con percutor. Para ser utilizados en bases con Microruptor. Estos cartuchos de alto poder de corte están indicados para la protección contra cortocircuitos en motores, transformadores y otras cargas con elevadas corrientes de conexión en tensiones nominales de 500V AC (+10%) ó 690V AC (+5%). El poder de corte asignado es de 80 kA a 690V ó 120 kA a 500V. Óptima protección de la aparamenta (contactor, relé térmico, etc) debido a la limitación de corriente y a los bajos valores de I<sup>2</sup>t. Deben ir asociados con un dispositivo de protección para las sobrecargas (relé térmico). La gama comprende cartuchos fusibles desde la talla NH0 hasta la talla NH4, con corrientes asignadas comprendidas entre 32A y 1250A. Construidos con cuerpo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos, lo que permite un alto poder de corte. Elementos de fusión plateados para evitar el envejecimiento y mantener inalterables las características. Cuchillas de cobre o de latón plateadas. Están fabricados según normas IEC/EN60269 y VDE0636, y cumplen la directiva RoHS.

[www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/percutor/](http://www.df-sa.es/es/nh/fusibles/gg/percutor/)

NH0 S

I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
32	398135	690	80	3/30
35	398140	690	80	3/30
40	398145	690	80	3/30
50	398150	690	80	3/30
63	398155	690	80	3/30
80	398160	690	80	3/30
100	398165	690	80	3/30
125	398170	690	80	3/30
160	398175	690	80	3/30
200	397180	500	120	3/30



398150

NH1

80	398240	690	80	3/30
100	398245	690	80	3/30
125	398250	690	80	3/30
160	398255	690	80	3/30
200	398260	690	80	3/30
250	397270	500	120	3/30



398260

<b>NORMAS</b> IEC 60269-1 IEC 60269-2 EN 60269-1 EN 60269-2 DIN 43620	<b>HOMOLOGACIONES</b> RoHS compliant
--	--

<b>TECNICO</b> DIMENSIONES PAGINA 24	<b>TECNICO</b> CARACTERISTICAS t-I Y DE LIMITACION PAGINA 36	<b>TECNICO</b> CARACTERISTICAS I <sup>2</sup> t Y POTENCIAS DISIPADAS PAGINA 37
--	---	--

<b>COMPATIBLE</b> BASES NH ST 690V PAGINA 14	<b>COMPATIBLE</b> BASES NH CR 690V PAGINA 18	<b>COMPATIBLE</b> SECCIONADORES EN CARGA BS PAGINA 21
--	--	--

## aM FUSIBLES NH CON PERCUTOR

500V  
690V

NH2

$I_n$ (A)	REFERENCIA	U (V)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Uni./CAJA
125	398340	690	80	3/18
160	398345	690	80	3/18
200	398350	690	80	3/18
250	398360	690	80	3/18
315	398370	690	80	3/18
355	398375	690	80	3/18
400	397380	500	120	3/18



397380

NH3

400	398455	690	80	3/18
425	398460	690	80	3/18
500	398465	690	80	3/18
630	397470	500	120	3/18



398465

NH4

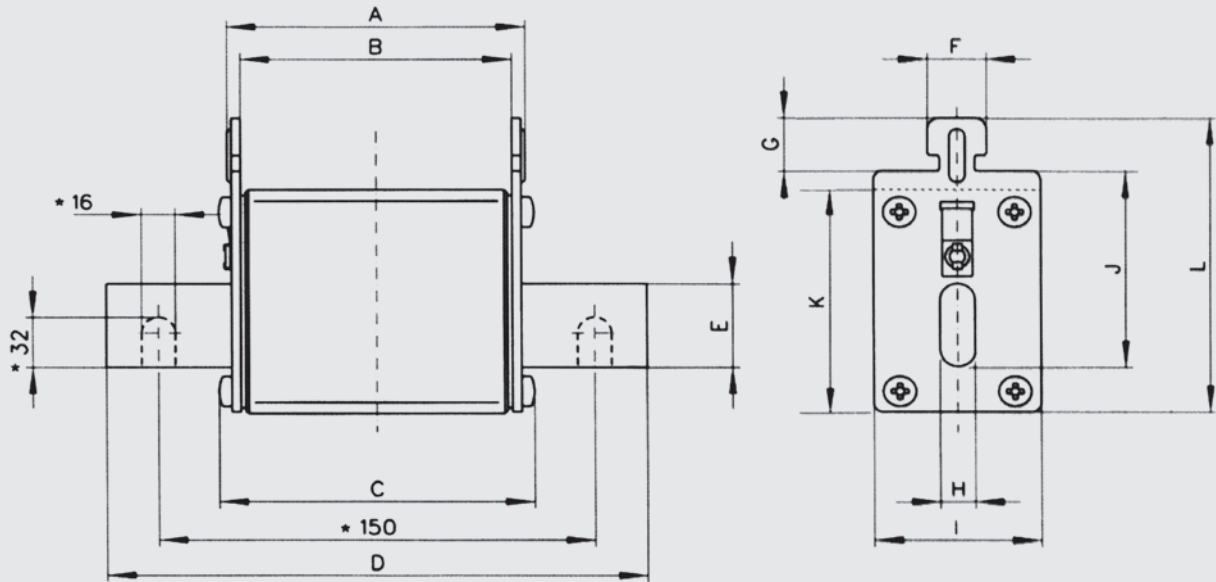
400	398510	690	80	1/6
500	398515	690	80	1/6
630	398520	690	80	1/6
800	398525	690	80	1/6
315	397505	500	120	1/6
400	397510	500	120	1/6
500	397515	500	120	1/6
630	397520	500	120	1/6
800	397525	500	120	1/6
1000	397530	500	120	1/6
1250	397535	500	120	1/6



398525

TECNICO  
**gG**  
**aM**

## FUSIBLES NH INDICADOR SUPERIOR DIMENSIONES



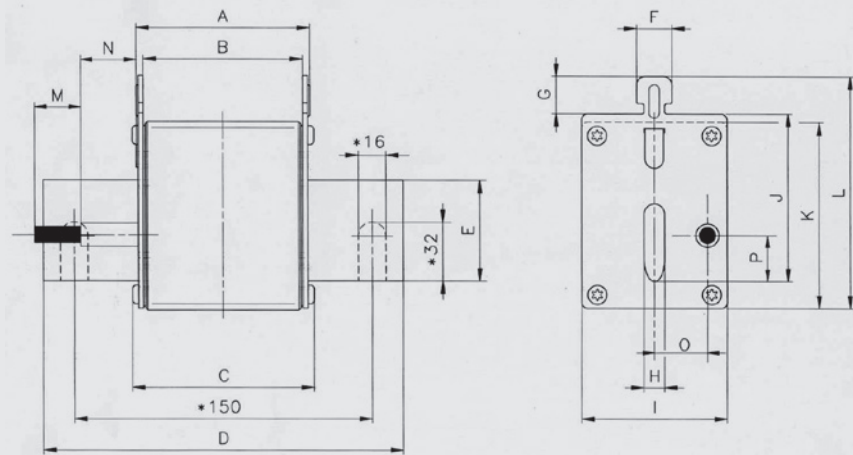
\* FUSIBLES NH4

TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
NH000	49	45	52	78,5	15	10	9,5	6	21	35	40	53
NH00	49	44	52	78,5	15	10	9,5	6	29	35	47	59
NH0	66	60,5	66,5	125	15	10	9,5	6	29	35	47	59
NH0 S	66	62	66,5	125	15	10	9,5	6	39	35	47	59
NHC1	68	62	70,5	135	15	10	9,5	6	29	40	47	64
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64
NHC2	68	62	71,5	150	20	10	9,5	6	39	48	52	72
NH2	68	62	71,5	150	25	10	9,5	6	53	48	60	72
NHC3	68	62	71,5	150	25	10	9,5	6	53	60	60	84
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87
NH4	68	62	76	200	50	10	10	8	102	87	105	120

TECNICO

## gG FUSIBLES NH CON PERCUTOR DIMENSIONES

aM



\* FUSIBLES NH4

TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
NH0S	66	62	66,5	125	15	10	9,5	6	39	35	47	59	15	29	14,5	14
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64	15	28,5	16	14,5
NH2	68	62	71,5	150	25	10	9,5	6	53	48	60	72	15	28,5	19	14,5
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87	15	28	24	14,5
NH4	68	62	76	200	50	10	10	8	102	87	105	120	15	39	27,5	14,5

TECNICO

## gG FUSIBLES NH APLICACIONES DC

Los fusibles, generalmente son aptos para funcionar tanto en corriente alterna (AC) como en corriente continua (DC), aunque los valores nominales de un fusible diseñado para actuar en AC no son válidos para aplicaciones en DC. No existe una regla simple y directa para convertir los valores nominales de AC a DC y deben tenerse en cuenta múltiples factores para determinar las condiciones de utilización en corriente continua..

En los **fusibles gG DF ELECTRIC** se deberá tener en cuenta que:

- Las potencias disipadas son idénticas que en AC.
- Las características tiempo/corriente son las mismas que en AC (régimen permanente).
- La tensión máxima de utilización y el poder de corte se reducen notablemente (ver tablas adjuntas).

TAMAÑO	TENSIONES ASIGNADAS	PODER CORTE EN DC	MAX. TENSION EN DC
000 - 00	500V AC → 125V DC 690V AC → 250V DC	25 kA	160 A
0	500V AC → 250V DC 690V AC → 440V DC	25 kA	160 A
1	500V AC → 250V DC 690V AC → 440V DC	25 kA	250 A
2	500V AC → 250V DC 690V AC → 440V DC	25 kA	400 A
3	500V AC → 250V DC 690V AC → 440V DC	25 kA	630 A
4	500V AC → 250V DC 690V AC → 440V DC	25 kA	1000 A

Estos valores están referidos a una constante de tiempo L/R = 15 ms.

Para constantes de tiempo superiores, la tensión máxima de utilización se reduce (consultar).

Para circuitos fuertemente inductivos, se recomienda colocar dos fusibles en serie.

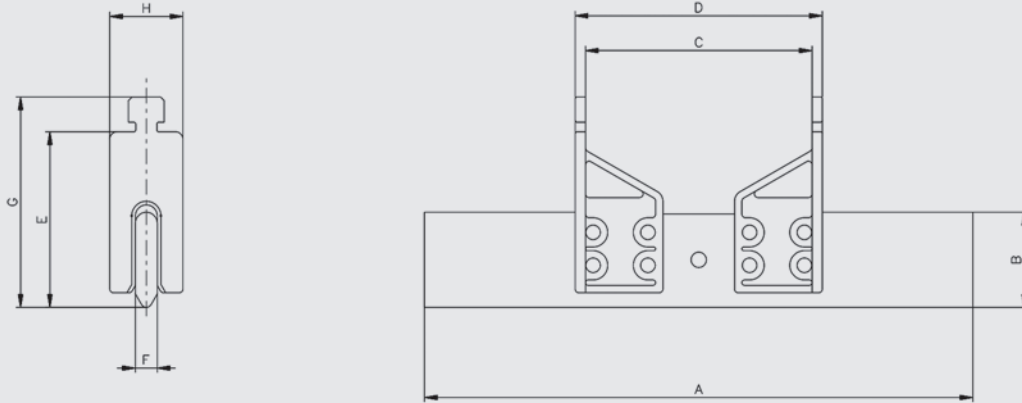


TECNICO

## CUCHILLO DE NEUTRO DIMENSIONES

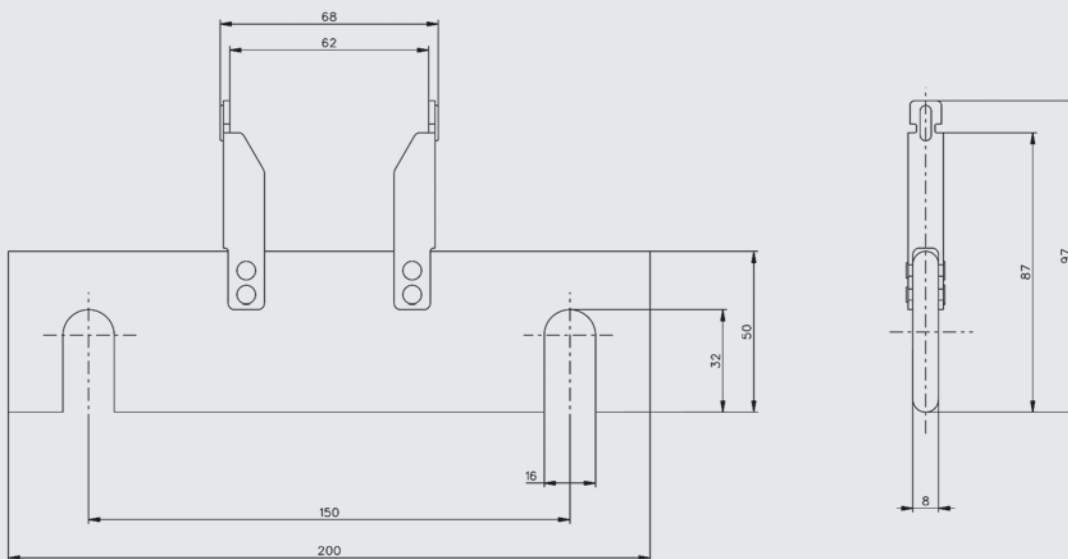
NH00  
NH0  
NH1

NH2  
NH3



TAMAÑO	A	B	C	D	E	F	G	H
NH00	78,5	15	44,4	50	35	6	44,5	20
NH0	125	15	62	67,6	35	6	44,5	20
NH1	135	20	62	67,6	40	6	49,5	20
NH2	150	26	62	67,6	48	6	57,5	20
NH3	150	32	62	67,6	60	6	69,5	20

NH4



TECNICO

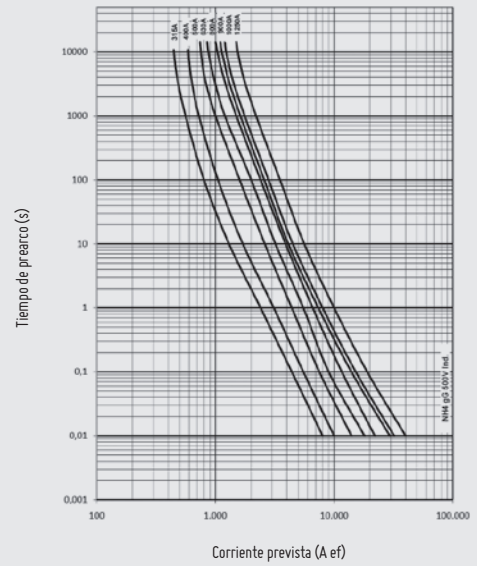
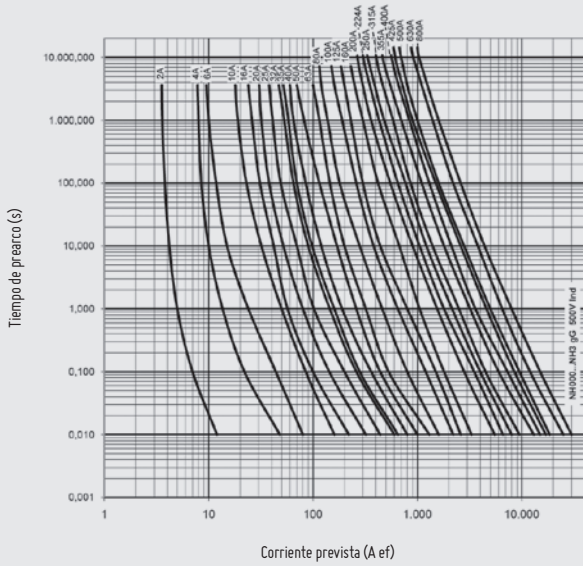
**gG**

## FUSIBLES NH CARACTERISTICAS t-I

500V

NH000  
NH00  
NH0

NH1  
NH2  
NH3



TECNICO

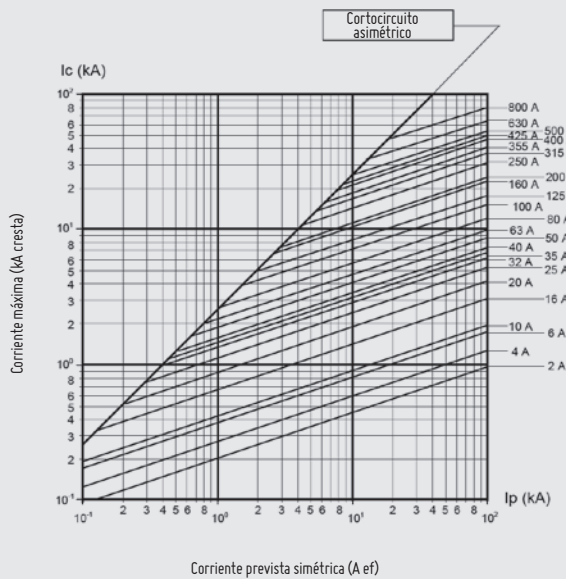
**gG**

## FUSIBLES NH CARACTERISTICAS DE LIMITACION

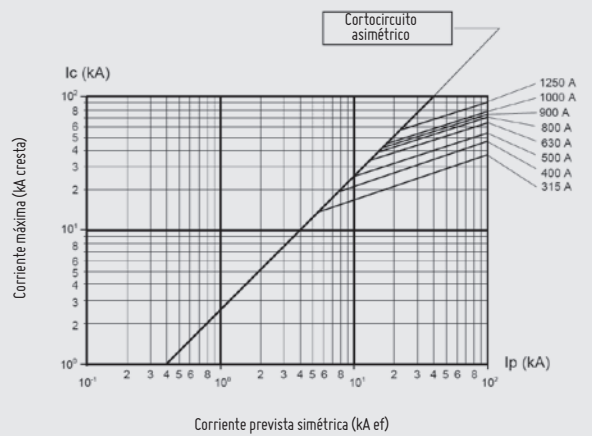
500V

NH000  
NH00  
NH0

NH1  
NH2  
NH3



**NH4**



TECNICO

## gG FUSIBLES NH CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t

500V

NH000  
NH00  
NH0

NH1  
NH2  
NH3

NH4

I <sub>n</sub> (A)	I <sup>2</sup> t Prearco ≈ 4 ms (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 230 V (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 400 V (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 500 V (A <sup>2</sup> s)
2	—	2,2	2,8	3,3
4	32	46	59	69
6	103	145	188	218
10	128	197	270	324
16	290	444	607	730
20	605	926	1267	1.524
25	1.160	1.774	2428	2.920
32	2.779	4.100	5467	6.475
35	3.190	4.710	6276	7.433
40	4.594	6.780	9037	10.700
50	5.600	11.075	14.772	17.500
63	5.700	16.600	15.800	22.000
80	9.838	18.600	29.823	39.350
100	20.400	38.600	61.962	81.800
125	40.500	70.900	107.301	136.895
160	78.400	137.000	207.711	265.000
200	98.100	159.600	228.666	282.540
224	138.300	225.000	322.455	398.400
250	169.000	274.700	393.447	486.000
315	236.700	435.300	682.917	890.000
355	290.960	535.100	839.445	1.094.000
400	444.000	816.600	1.281.297	1.670.000
425	589.800	998.400	1.473.145	1.851.960
500	900.000	1.523.400	2.247.948	2.826.000
630	1.600.000	2.707.400	3.993.806	5.020.000
800	2.500.000	4.231.800	6.244.300	7.850.000
315	269.400	363.200	452.900	660.000
400	471.400	635.400	792.400	1.154.800
500	851.400	1.147.800	1.431.300	2.085.900
630	1.609.600	2.169.900	2.706.000	3.943.600
800	2.248.200	3.030.700	3.779.400	5.507.900
900	3.405.500	4.590.900	5.725.100	8.343.400
1000	4.310.000	5.810.500	7.246.000	10.560.000
1250	7.541.100	10.166.200	12.677.700	18.475.700

TECNICO

## gG FUSIBLES NH POTENCIAS DISIPADAS

500V

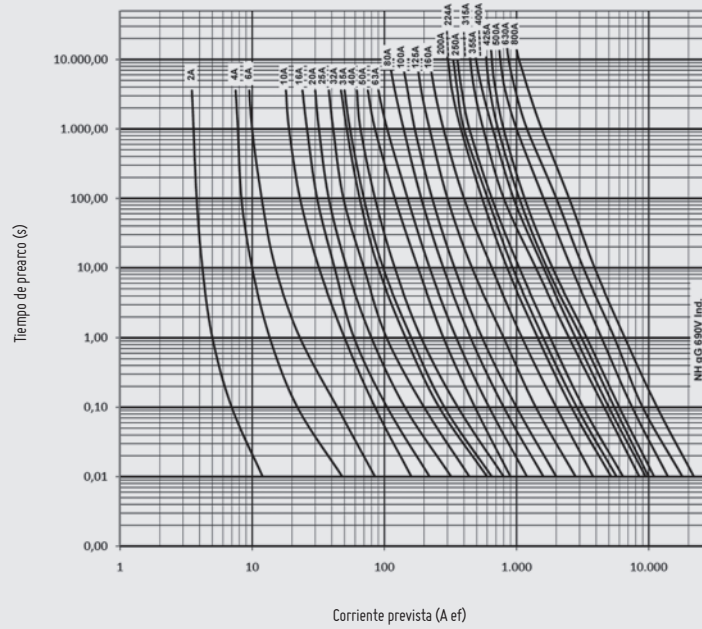
TAMAÑO

I <sub>n</sub> (A)	NH000 (W)	NH00 (W)	NH0/NH0S (W)	NH1 (W)	NH2 (W)	NH3 (W)	NH4 (W)
2	0,83	—	—	—	—	—	—
4	0,65	—	—	—	—	—	—
6	0,88	—	1,3	—	—	—	—
10	1,1	—	1,3	—	—	—	—
16	2,0	—	2,8	—	—	—	—
20	2,3	—	3,0	—	—	—	—
25	2,8	—	3,6	—	—	—	—
32	3,3	—	4,5	—	—	—	—
35	3,5	—	4,8	—	—	—	—
40	4,0	—	5,2	—	—	—	—
50	5,1	—	6,7	5,5	—	—	—
63	6,1	—	7,0	6,6	6,3	—	—
80	6,7	—	7,2	7,7	7,9	—	—
100	7,4	—	8,3	8,5	8,2	—	—
125	—	9,0	10,9	10,9	10,3	—	—
160	—	10,3	11,7	12,6	13,1	—	—
200	—	—	15,5	17,0	16,6	—	—
224	—	—	17,7	17,5	18,6	—	—
250	—	—	20,2	20,2	20,6	21,0	—
315	—	—	—	27,4	26,7	25,6	26,1
355	—	—	—	35,8	29,0	30,6	—
400	—	—	—	—	32,3	32,6	32,7
425	—	—	—	—	35,2	33,5	—
500	—	—	—	—	40,0	36,4	37,0
630	—	—	—	—	—	45,5	47,0
800	—	—	—	—	—	66,5	68,0
900	—	—	—	—	—	—	76,0
1000	—	—	—	—	—	—	80,0
1250	—	—	—	—	—	—	108,0

TECNICO

## gG FUSIBLES NH CARACTERISTICAS t-I

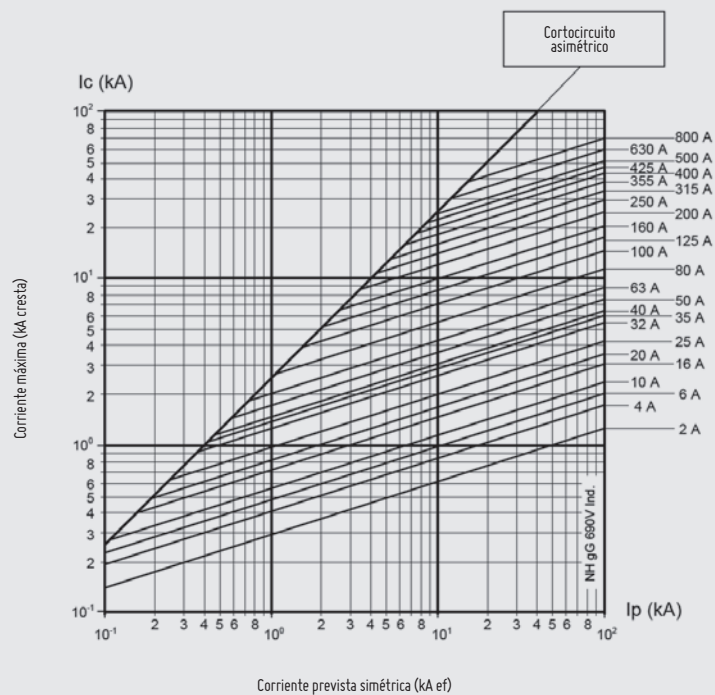
690V



TECNICO

## gG FUSIBLES NH CARACTERISTICAS DE LIMITACION

690V



TECNICO

## gG FUSIBLES NH CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t

690V	I <sub>n</sub> (A)	I <sup>2</sup> t Prearco ≈ 4 ms (A <sup>2</sup> s)	TAMAÑO		
			I <sup>2</sup> t Total 400 V (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 500 V (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 690 V (A <sup>2</sup> s)
	2	1,5	2,9	3,4	4,5
	4	32	60	70	95
	6	103	191	223	300
	10	114	241	291	415
	16	255	542	654	935
	20	584	1.240	1.496	2.140
	25	1.120	2.376	2.868	4.100
	32	3.064	4.840	5.426	6.740
	35	3.517	5.556	6.229	7.740
	40	4.650	8.001	8.970	11.150
	50	4.800	8.574	10.310	14.630
	63	6.600	13.805	16.602	23.571
	80	11.700	24.472	29.430	41.786
	100	21.000	43.925	52.824	75.000
	125	24.000	49.436	59.225	83.478
	160	50.000	102.992	123.385	173.913
	200	92.000	189.505	227.028	320.000
	224	118.000	232.417	275.337	379.924
	250	167.000	328.929	389.671	537.689
	315	264.000	519.983	616.007	850.000
	355	326.000	667.612	798.639	1.122.590
	400	402.000	823.251	984.825	1.384.298
	425	409.000	837.586	1.001.973	1.408.402
	500	726.000	1.486.767	1.778.564	2.500.000
	630	1.373.000	2.800.000	3.360.000	4.725.000
	800	1.918.000	3.930.000	4.700.000	6.600.000

TECNICO

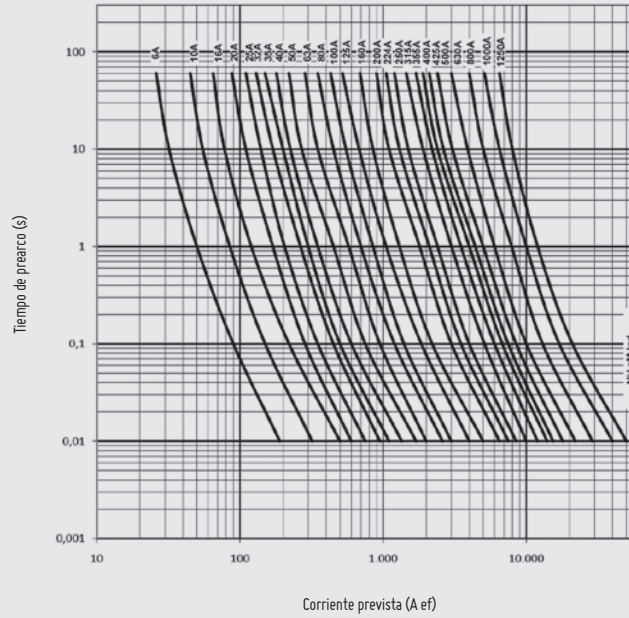
## gG FUSIBLES NH POTENCIAS DISIPADAS

690V	I <sub>n</sub> (A)	TAMAÑO						
		NH000 (W)	NH00 (W)	NH0 (W)	NH1 (W)	NH2 (W)	NH3 (W)	NH4 (W)
	2	0,83	-	-	-	-	-	-
	4	0,65	-	-	-	-	-	-
	6	0,90	-	1,3	-	-	-	-
	10	1,1	-	1,3	-	-	-	-
	16	2,0	-	2,8	-	-	-	-
	20	2,3	-	3,0	-	-	-	-
	25	2,8	-	3,6	-	-	-	-
	32	3,3	-	4,5	-	-	-	-
	35	3,5	-	4,8	-	-	-	-
	40	4,0	-	5,2	-	-	-	-
	50	-	4,7	5,4	5,2	-	-	-
	63	-	6,1	6,9	7,1	7,0	-	-
	80	-	7,0	8,4	7,9	8,2	-	-
	100	-	9,0	10,2	10,2	10,5	-	-
	125	-	-	-	12,3	11,7	-	-
	160	-	-	-	13,4	16,9	-	-
	200	-	-	-	16,9	17,0	-	-
	224	-	-	-	-	21,9	-	-
	250	-	-	-	-	23,0	22,6	-
	315	-	-	-	-	30,0	30,0	-
	355	-	-	-	-	-	30,5	-
	400	-	-	-	-	-	36,1	32,7
	425	-	-	-	-	-	37,4	-
	500	-	-	-	-	-	45,0	37,0
	630	-	-	-	-	-	-	47,0
	800	-	-	-	-	-	-	70,0

TECNICO

## aM FUSIBLES NH CARACTERISTICAS t-I

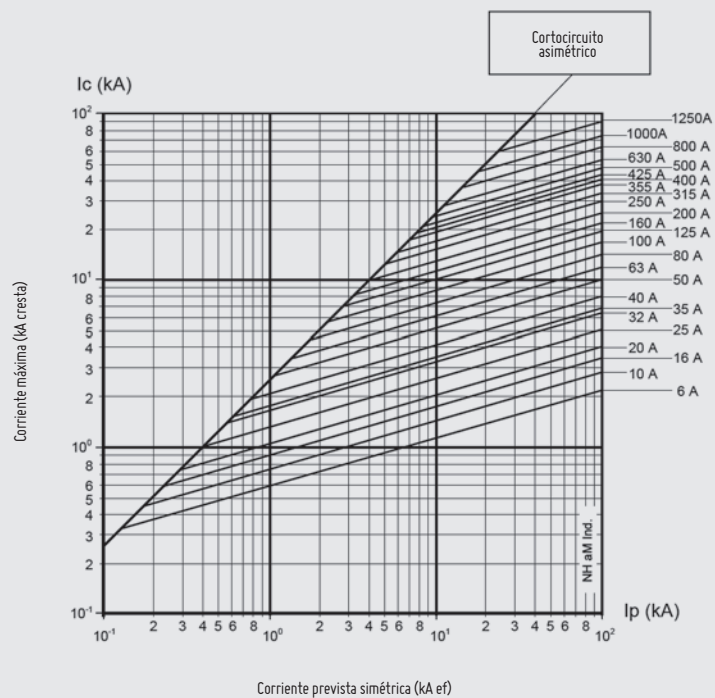
500V  
690V



TECNICO

## aM FUSIBLES NH CARACTERISTICAS DE LIMITACION

500V  
690V



TECNICO

**aM** FUSIBLES NH  
CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t

500V  
690V

I <sub>n</sub> (A)	I <sup>2</sup> t Prearco ≈ 4 ms (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 400 V (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 500 V (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 690 V (A <sup>2</sup> S)
6	160	324	387	542
10	325	659	786	1.100
16	820	1.619	1.919	2.650
20	1.240	2.634	3.179	4.547
25	2.500	5.310	6.410	9.167
32	3.200	6.796	8.204	11.733
35	4.100	8.708	10.512	15.033
40	6.000	12.743	15.383	22.000
50	9.000	18.820	22.632	32.130
63	16.300	33.697	40.405	57.050
80	19.600	40.519	48.586	68.600
100	36.000	74.423	89.239	126.000
125	53.000	99.787	116.890	157.872
160	82.000	154.388	180.848	244.255
200	167.000	314.425	368.313	497.447
224	240.000	451.868	529.312	714.894
250	291.000	547.890	641.790	866.809
315	463.000	871.728	1.021.130	1.379.149
355	470.000	884.908	1.036.568	1.400.000
400	502.000	1.080.129	1.308.183	1.882.500
425	582.000	1.252.261	1.516.658	2.182.500
500	760.000	1.635.254	1.980.516	2.850.000
630	1.423.000	3.061.799	3.708.255	5.336.250
800	1.880.000	3.824.516	4.567.527	6.400.000
1000	4.500.000	9.388.131	11.282.902	-
1250	7.000.000	14.641.519	17.607.924	-

TECNICO

**aM** FUSIBLES NH  
POTENCIAS DISIPADAS

500V  
690V

I <sub>n</sub> (A)	TAMAÑO							
	NH000 (W)	NH00 (W)	NH0 (W)	NH1 (W)	NH2 (W)	NH3 (W)	NH4 (W)	
6	0,33	-	0,4	-	-	-	-	
10	0,55	-	0,7	-	-	-	-	
16	0,85	-	1,1	-	-	-	-	
20	1,0	-	1,4	-	-	-	-	
25	1,1	-	1,6	-	-	-	-	
32	1,6	-	1,9	-	-	-	-	
35	1,8	-	2,0	-	-	-	-	
40	1,9	-	2,3	-	-	-	-	
50	-	2,4	3,1	-	-	-	-	
63	-	3,2	4,1	4,1	-	-	-	
80	-	4,3	5,0	5,1	-	-	-	
100	-	5,2	6,6	6,8	-	-	-	
125	-	6,7	8,2	8,7	8,7	-	-	
160	-	9,0	10,5	9,7	9,9	-	-	
200	-	-	12,3	13,8	13,7	-	-	
224	-	-	-	14,6	14,0	-	-	
250	-	-	-	18,1	16,5	-	-	
315	-	-	-	-	22,0	20,5	18,8	
355	-	-	-	-	27,3	24,1	-	
400	-	-	-	-	27,8	25,5	23,5	
425	-	-	-	-	-	28,5	-	
500	-	-	-	-	-	34,5	34	
630	-	-	-	-	-	45,9	49	
800	-	-	-	-	-	-	52	
1000	-	-	-	-	-	-	80	
1250	-	-	-	-	-	-	108	



TECNICO

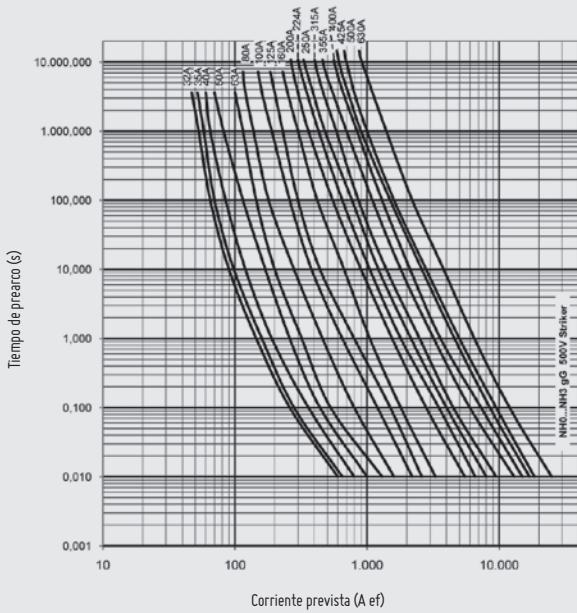
**gG**

## FUSIBLES NH CON PERCUTOR CARACTERISTICAS t-I

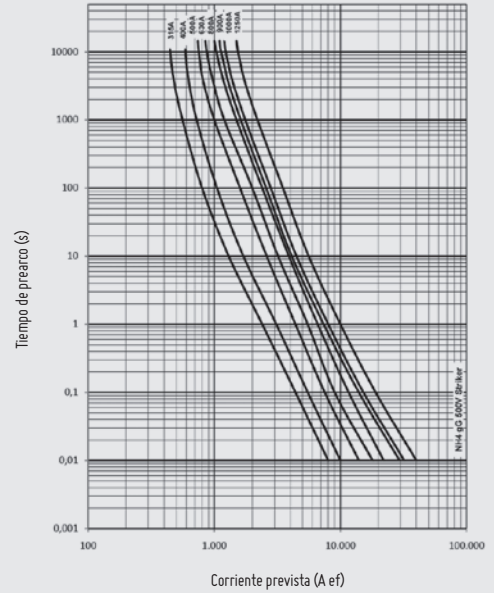
500V

NH0 S  
NH1  
NH2

NH3



NH4



TECNICO

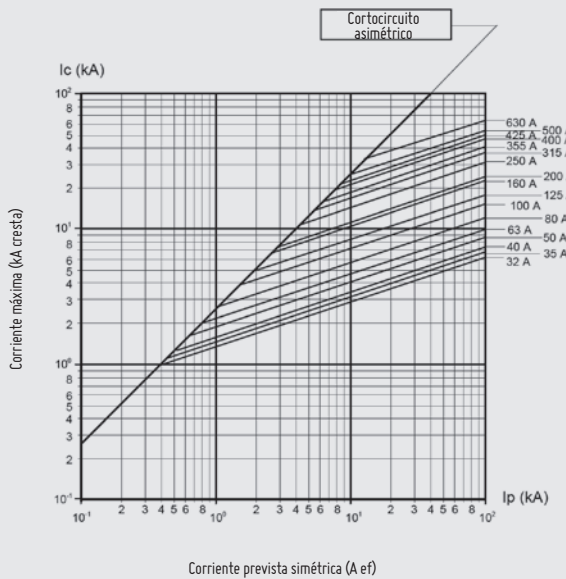
**gG**

## FUSIBLES NH CON PERCUTOR CARACTERISTICAS DE LIMITACION

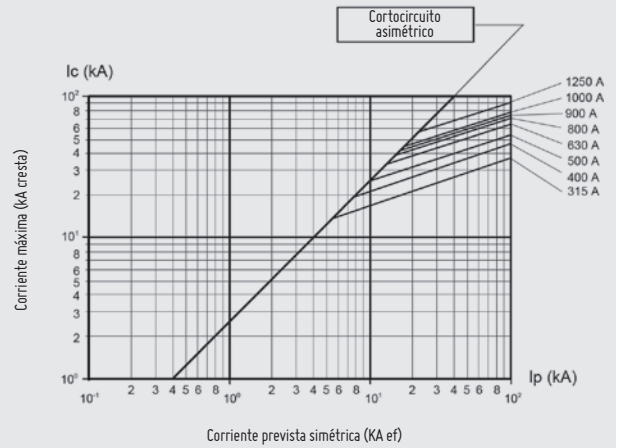
500V

NH0 S  
NH1  
NH2

NH3



NH4





TECNICO

**gG** FUSIBLES NH CON PERCUTOR  
CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t

500V

I <sub>n</sub> (A)	I <sup>2</sup> t Prearco ≈ 4 ms (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 230 V (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 400 V (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 500 V (A <sup>2</sup> S)
32	2.779	4.100	5467	6.475
35	3.190	4.710	6276	7.433
40	4.594	6.780	9037	10.700
50	5.600	11.075	14.772	17.500
63	5.700	16.600	15.800	22.000
80	9.838	18.600	29.823	39.350
100	20.400	38.600	61.962	81.800
125	40.500	70.900	107.301	136.895
160	78.400	137.000	207.711	265.000
200	98.100	159.600	228.666	282.540
224	138.300	225.000	322.455	398.400
250	169.000	274.700	393.447	486.000
315	236.700	435.300	682.917	890.000
355	290.960	535.100	839.445	1.094.000
400	444.000	816.600	1.281.297	1.670.000
425	589.800	998.400	1.473.145	1.851.960
500	900.000	1.523.400	2.247.948	2.826.000
630	1.600.000	2.707.400	3.993.806	5.020.000
800	2.500.000	4.231.800	6.244.300	7.850.000

TECNICO

**gG** FUSIBLES NH CON PERCUTOR  
POTENCIAS DISIPADAS

500V

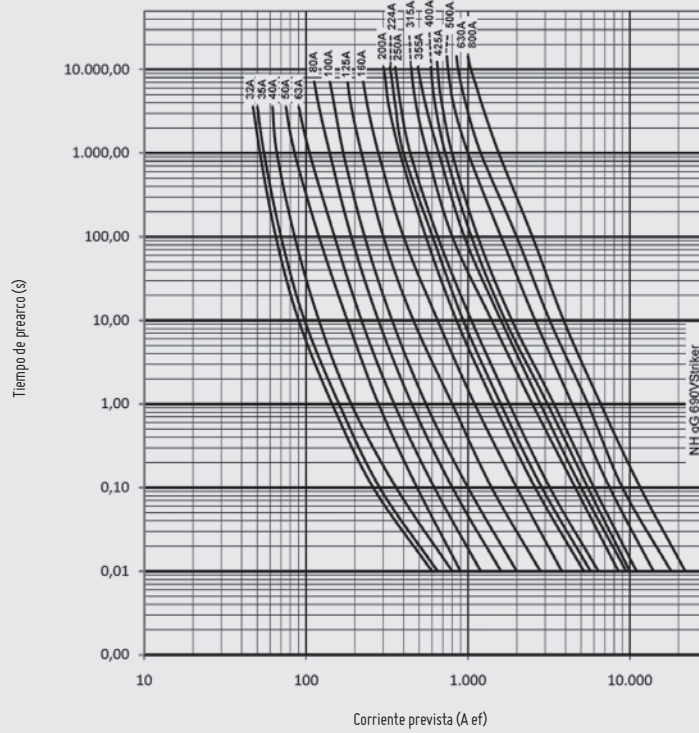
I <sub>n</sub> (A)	TAMAÑO				
	NH0 S (VW)	NH1 (VW)	NH2 (VW)	NH3 (VW)	NH4 (VW)
32	4,5	-	-	-	-
35	4,8	-	-	-	-
40	5,2	-	-	-	-
50	6,7	-	-	-	-
63	7,0	6,4	-	-	-
80	7,2	7,8	-	-	-
100	8,3	8,8	-	-	-
125	10,9	10,8	10,2	-	-
160	11,7	12,7	13,2	-	-
200	15,5	17,0	15,8	-	-
224	17,7	17,5	18,6	-	-
250	20,2	20,2	20,6	-	-
315	-	27,4	26,7	22,8	26,1
355	-	35,8	29,0	26,7	-
400	-	-	32,3	28,4	32,7
425	-	-	35,2	33,5	-
500	-	-	40,0	36,4	37,0
630	-	-	-	45,5	47,0
800	-	-	-	-	68,0
900	-	-	-	-	76,0
1000	-	-	-	-	80,0
1250	-	-	-	-	108,0

TECNICO

**gG**

## FUSIBLES NH CON PERCUTOR CARACTERISTICAS t-I

690V

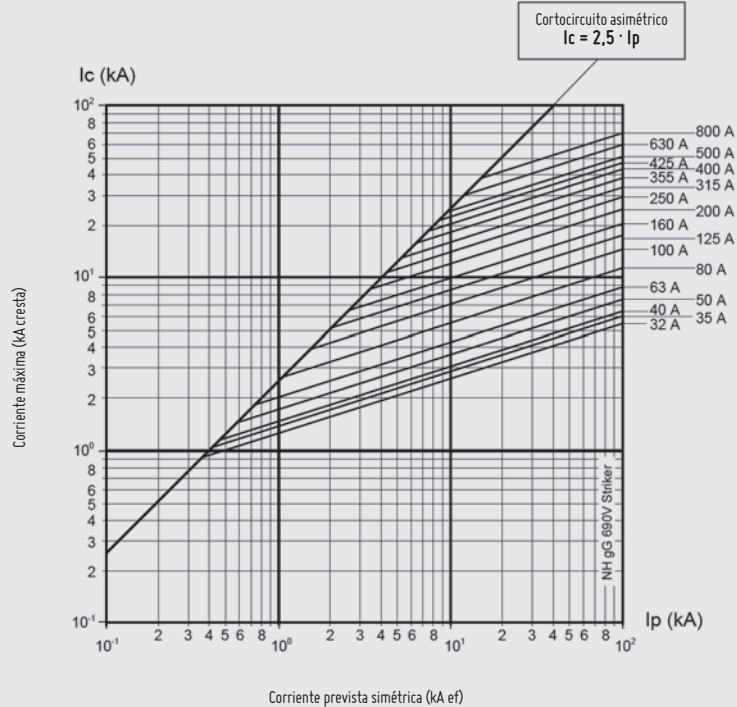


TECNICO

**gG**

## FUSIBLES NH CON PERCUTOR CARACTERISTICAS DE LIMITACION

690V



TECNICO

**gG** FUSIBLES NH CON PERCUTOR  
CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t

690V

I <sub>n</sub> (A)	I <sup>2</sup> t Prearco ≈ 4 ms (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 400 V (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 500 V (A <sup>2</sup> S)	I <sup>2</sup> t Total 690 V (A <sup>2</sup> S)
32	3.064	4.840	5.426	6.740
35	3.517	5.556	6.229	7.740
40	4.650	8.001	8.970	11.150
50	4.800	8.574	10.310	14.630
63	6.600	13.805	16.602	23.571
80	11.700	24.472	29.430	41.786
100	21.000	43.925	52.824	75.000
125	24.000	49.436	59.225	83.478
160	50.000	102.992	123.385	173.913
200	92.000	189.505	227.028	320.000
224	118.000	232.417	275.337	379.924
250	167.000	328.929	389.671	537.689
315	264.000	519.983	616.007	850.000
355	326.000	667.612	798.639	1.122.590
400	402.000	823.251	984.825	1.384.298
425	409.000	837.586	1.001.973	1.408.402
500	726.000	1.486.767	1.778.564	2.500.000
630	1.373.000	2.800.000	3.360.000	4.725.000
800	1.918.000	3.930.000	4.700.000	6.600.000

TECNICO

**gG** FUSIBLES NH CON PERCUTOR  
POTENCIAS DISIPADAS

690V

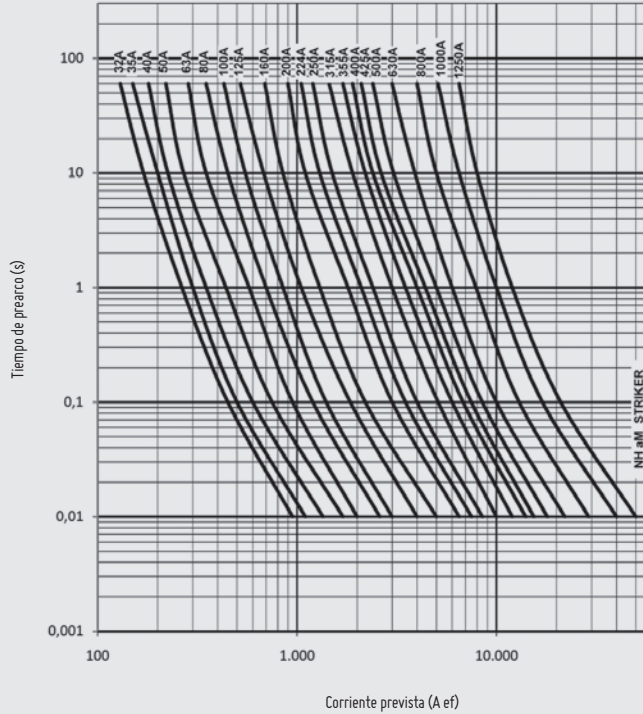
I <sub>n</sub> (A)	TAMAÑO				
	NH0 S (VW)	NH1 (VW)	NH2 (VW)	NH3 (VW)	NH4 (VW)
32	4,5	-	-	-	-
35	4,8	-	-	-	-
40	5,2	-	-	-	-
50	5,4	-	-	-	-
63	6,9	7,5	-	-	-
80	8,4	8,2	-	-	-
100	10,2	10,3	-	-	-
125	-	12,3	12,5	-	-
160	-	13,4	14,4	-	-
200	-	16,9	15,8	-	-
224	-	-	21,9	-	-
250	-	-	23,0	-	-
315	-	-	30,0	26,8	-
355	-	-	-	30,5	-
400	-	-	-	36,1	32,7
425	-	-	-	37,4	-
500	-	-	-	45,0	37,0
630	-	-	-	-	47,0
800	-	-	-	-	70,0

TECNICO

**aM**

## FUSIBLES NH CON PERCUTOR CARACTERISTICAS t-I

500V  
690V

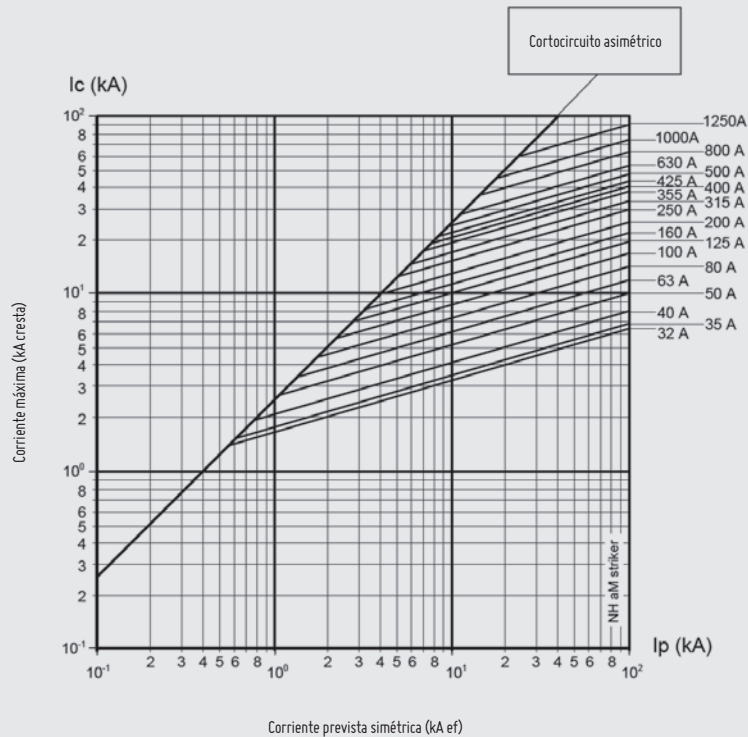


TECNICO

**aM**

## FUSIBLES NH CON PERCUTOR CARACTERISTICAS DE LIMITACION

500V  
690V



TECNICO

**aM** FUSIBLES NH CON PERCUTOR  
CARACTERISTICAS I<sup>2</sup>t

500V  
690V

I <sub>n</sub> (A)	I <sup>2</sup> t Prearco ≈ 4 ms (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 400 V (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 500 V (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t Total 690 V (A <sup>2</sup> s)
32	3.064	4.840	5.426	6.740
35	3.517	5.556	6.229	7.740
40	4.650	8.001	8.970	11.150
50	4.800	8.574	10.310	14.630
63	6.600	13.805	16.602	23.571
80	11.700	24.472	29.430	41.786
100	21.000	43.925	52.824	75.000
125	24.000	49.436	59.225	83.478
160	50.000	102.992	123.385	173.913
200	92.000	189.505	227.028	320.000
224	118.000	232.417	275.337	379.924
250	167.000	328.929	389.671	537.689
315	264.000	519.983	616.007	850.000
355	326.000	667.612	798.639	1.122.590
400	402.000	823.251	984.825	1.384.298
425	409.000	837.586	1.001.973	1.408.402
500	726.000	1.486.767	1.778.564	2.500.000
630	1.373.000	2.800.000	3.360.000	4.725.000
800	1.918.000	3.930.000	4.700.000	6.600.000

TECNICO

**aM** FUSIBLES NH CON PERCUTOR  
POTENCIAS DISIPADAS

500V  
690V

I <sub>n</sub> (A)	SIZE					
	NH0S (W)	NH1 (W)	NH2 (W)	NH3 (W)	NH4 (W)	
32	1,8	-	-	-	-	
35	1,9	-	-	-	-	
40	2,4	-	-	-	-	
50	3,0	-	-	-	-	
63	4,0	-	-	-	-	
80	5,4	4,9	-	-	-	
100	6,6	6,6	-	-	-	
125	8,3	8,7	8,4	-	-	
160	10,5	9,7	10,4	-	-	
200	12,3	13,8	14,3	-	-	
224	-	14,6	14,0	-	-	
250	-	18,1	16,5	-	-	
315	-	-	22,0	-	18,8	
355	-	-	27,3	-	-	
400	-	-	27,8	25,5	23,5	
425	-	-	-	28,5	-	
500	-	-	-	34,5	34	
630	-	-	-	45,9	49	
800	-	-	-	-	52	
1000	-	-	-	-	80	
1250	-	-	-	-	108	



# **Electric**

THE PROTECTION FORMULA

## ELECTRONIC



## CYLINDRICAL



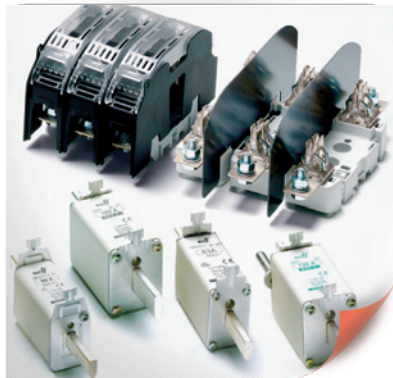
## PHOTOVOLTAIC



## RAPIDPLUS



## NH



## SPECIAL FUSE LINKS



## DOMESTIC



## D & DO



## TRANSFORMERS



eXperts in  
**PROTECTION**



**OFICINA CENTRAL Y FABRICA**

SILICI, 67-69  
08940 CORNELLA DE LLOBREGAT  
BARCELONA  
SPAIN  
Tel. +34 93 377 85 85  
Fax +34 93 377 82 82

**VENTAS NACIONAL**

Tel. 93 475 08 64  
Fax 93 480 07 76  
comercial@df-sa.es

**VENTAS EXPORTACION**

Tel. +34 93 475 08 64  
Fax +34 93 480 07 75  
export@df-sa.es

[www.df-sa.es/es/nh](http://www.df-sa.es/es/nh)





# NUEVAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA LED

TECNOLOGÍA EFICIENTE Y ECOLÓGICA



INCLUYE  
PÁGINAS  
CATÁLOGO

ESPECIALISTA MUNDIAL EN  
INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS Y DIGITALES PARA EDIFICIOS

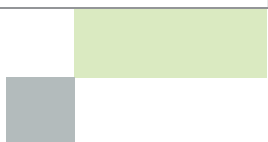
 **legrand**<sup>®</sup>



NUEVAS  
LUMINARIAS DE  
EMERGENCIA

LED

TECNOLOGÍA EFICIENTE Y ECOLÓGICA







## INDICE

02 | LOS PRINCIPIOS DE LEGRAND

04 | GARANTÍA DE SEGURIDAD

06 | URA ONE

08 | URA21<sup>LED</sup>

10 | B65<sup>LED</sup>

12 | PÁGINAS DE CATÁLOGO



# LOS PRINCIPIOS DE LEGRAND



## INNOVACIÓN

Tecnología LED, productos eficientes que reducen el consumo de energía y la emisión de gases de efecto invernadero.

Nuestro compromiso es poner a su disposición soluciones innovadoras que garanticen la seguridad de las personas.



## CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA

Fabricamos bajo los más estrictos controles de calidad, según normativa de obligado cumplimiento: UNE-EN 60598-2-22.



## ECO-DISEÑO

Integramos la solución del medio ambiente a lo largo del ciclo de vida de cada una de nuestras luminarias de emergencia.



## INTEGRACIÓN

Soluciones estéticas para una perfecta integración en los edificios. Productos discretos que se mezclan en los diferentes espacios arquitectónicos, haciéndose visibles sólo cuando son necesarios.



# GARANTÍA DE SEGURIDAD

Ahorre tiempo y costes de mantenimiento  
con las nuevas luminarias auto-test.



Las luminarias de emergencia son productos relacionados con la seguridad y su buen funcionamiento es vital para garantizar la seguridad de las personas ante situaciones de emergencia.

Un mantenimiento adecuado es la única garantía de su correcto estado.

Legrand le ofrece tres opciones de supervisión que se adaptan a las necesidades de su instalación.

## 1 EMERGENCIAS ESTÁNDAR

Los test de mantenimiento se realizan de forma natural.

## 2 EMERGENCIAS AUTO-TEST (LVS2)

Las luminarias auto-test (LVS2) realizan un test automático semanal que comprueba el estado de la lámpara y un test automático trimestral que comprueba el estado de la batería.

Comunican su estado mediante los leds de señalización:

- Piloto verde fijo o intermitente: OK.
- Piloto amarillo intermitente: fallo de la lámpara.
- Piloto amarillo fijo: fallo de la batería.



## 3 EMERGENCIAS AUTO-TEST (LVS2) EN MODO CENTRALIZADO

Control de las luminarias auto-test (LVS2) desde un punto. En la pantalla de un ordenador se puede observar de forma gráfica el estado de cada emergencia.

La comunicación se realiza a través de una línea de BUS.

# MINIMA





# LISMO LED EXTRAPLANA



DIMENSIONES  
REDUCIDAS

# URA ONE

## 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Eficiencia energética.
- Luminarias de emergencia con LED como fuente luminosa.
- Permanentes / No permanentes.
- Modelos estándar y auto-test / centralizado.
- 70-350 lúmenes.
- IP42-IK07.
- 1 y 2 horas de autonomía.
- Difusor opal.
- Puesta en reposo mediante telemando.

## 2 INSTALACIÓN

- Rápida y segura instalación.
- Base traslúcida y enchufable.
- Bornas automáticas situadas en la base de la luminaria.
- Cierre del producto a presión sin necesidad de herramientas.
- Empotrada, superficie, suspensión, banderola y placa pictograma.
- Marco decorativo.

## 3 NORMATIVA

- Fabricadas según normas de obligado cumplimiento UNE-EN 60598-2-22, UNE-EN 50172, conforme RoHS.
- Cumplen con normas de instalación ICT-BT-28 del REBT 2002, CTE 2006.
- Declaración PEP.

# FUNZIONALI



# DAD LED



## EFICIENCIA ENERGÉTICA

# URA21 LED

### 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Eficiencia energética.
- Luminarias de emergencia con LED como fuente luminosa.
- Permanentes / No permanentes.
- Modelos estándar y auto-test / centralizado.
- 70-350 lúmenes.
- IP42-IK04.
- 1 y 2 horas de autonomía.
- Difusor opal.
- Puesta en reposo mediante telemando.

### 2 INSTALACIÓN

- Rápida y segura instalación.
- Producto enchufable.
- Bornas automáticas situadas en la base de la luminaria.
- Cierre del producto a presión sin necesidad de herramientas.
- Empotrada y superficie.

### 3 NORMATIVA

- Fabricadas según normas de obligado cumplimiento UNE-EN 60598-2-22, UNE-EN 50172, conforme RoHS.
- Cumplen con normas de instalación ICT-BT-28 del REBT 2002, CTE 2006.



FUNCI



# ONALIDAD ESTANCA LED



ESTANQUEIDAD  
REFORZADA

# B65 LED

## 1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Eficiencia energética.
- Luminarias de emergencia con LED como fuente luminosa.
- Permanentes / No permanentes.
- Modelos estándar y auto-test / centralizado.
- 70-350 lúmenes.
- IP65-IK07.
- 1 hora de autonomía.
- Difusor opal.
- Puesta en reposo mediante telemando.

## 2 INSTALACIÓN

- Rápida y segura instalación.
- Producto enchufable.
- Bornas automáticas situadas en la base de la luminaria.
- Entradas de tubo de material flexible.
- Cierre del producto a presión sin necesidad de herramientas.
- Superficie.

## 3 NORMATIVA

- Fabricadas según normas de obligado cumplimiento UNE-EN 60598-2-22, UNE-EN 50172, conforme RoHS.
- Cumplen con normas de instalación ICT-BT-28 del REBT 2002, CTE 2006.



# luminarias de emergencia

serie URA ONE



6 616 20



6 616 34

Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE EN 60 598-2-22

Luminarias no permanentes y permanentes

LEDs de alta potencia con distribución de luz optimizada

LEDs con vida media de 150.000 h

IP42, IK07 Clase II

Alimentación: 230 V ± 10 % 50/60 Hz

Fuente conmutada de bajo consumo en modelos P/NP

Baterías Ni-Cd o Ni-MH

Tiempo de carga: 24 horas

Autonomía: 1 y 2 horas

1 Led verde testigo de carga. Cuando el led se apaga indica:

– Ausencia de tensión

– Las baterías no cargan

Conexión por bornas automáticas de capacidad 2 x 2,5 mm<sup>2</sup>, tanto para alimentación como telemando.

Bornas del telemando protegidas para evitar errores en la conexión

Utilizar telemando para:

– Puesta en reposo

– Test de prueba de funcionamiento con tensión de red

Borna triple que permite apagar y encender la parte permanente

Difusor opal

Material de la envolvente autoextinguible

Completamente reciclable al final de su vida útil

Instalación en superficie, empotrada, banderola o suspensión

Emb.	Ref.	<b>Emergencias URA ONE LVS2</b>			
		<b>Permanentes / No permanentes</b>			
		Cada luminaria detecta y comunica su estado mediante los leds (verde y amarillo) de señalización. Para funcionamiento en modo centralizado y autotest.			
		El modo centralizado se activa dando un código a cada luminaria (por medio de configurador móvil infrarrojo) y cableando la emergencia a la línea de BUS.			
		En función del cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	6 626 31	100	1h	4 LED	Ni-Cd
1	6 626 33	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 626 34	350	1 h	4 LED	Ni-MH
1	6 626 42	200	2 h	4 LED	Ni-MH

Emb.	Ref.	<b>Emergencias URA ONE</b>			
		<b>No permanentes</b>			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	6 616 20	70	1 h	2 LED	Ni-Cd
1	6 616 22	160	1 h	4 LED	Ni-Cd
		<b>Permanentes / No permanentes</b>			
		En función del cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	6 616 31	100	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 32	160	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 33	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 34	350	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 42	200	2 h	4 LED	Ni-MH

# luminarias de emergencia

serie URA ONE



6 616 34 + 6 616 55

Emb.	Ref.	Accesorios
1	6 616 50	Marco empotrar color blanco para instalación en techo o pared
1	6 616 51	Marco empotrar color aluminio para instalación en techo o pared
1	6 616 55	Marco decorativo color aluminio para instalación en superficie
1	6616 59	Accesorio banderola color aluminio.* Compatible con placa pictograma. El índice de protección de la emergencia instalada en banderola es IP40
1	6 616 63	Accesorio suspendido color aluminio.* Compatible con placa pictograma, suministrado con tubo metálico de Ø 16 mm de 40 cm de longitud. Compatible con tubos estándar de Ø16 y 20 mm para longitudes superiores. El índice de protección de la emergencia instalada en suspensión es IP40
1	6 616 64	Placa pictograma para instalación en superficie
1	6 616 65	Placa pictograma con marco empotrar ancho blanco para instalación empotrada
<b>Etiquetas de señalización</b> Autoadhesivas 100x200 mm Flechas orientables en 4 direcciones Conforme a CEE 9 -2-58 e ISO 2864		
5	6 616 70	Izquierda / Derecha
5	6 616 71	Salida habitual
5	6 616 72	Escaleras
5	6 616 80	Exit
5	6 616 82	Salida
5	6 616 83	Salida emergencia
5	6 616 84	Irteera
5	6 616 85	Sortida
5	6 616 88	No exit
5	6 616 89	Sin salida
5	6 616 90	Extintor
5	6 616 91	Manguera

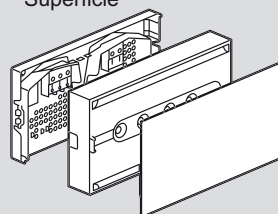
\* Consultar disponibilidad

# luminarias de emergencia

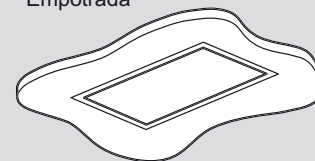
información técnica

## ■ URA ONE

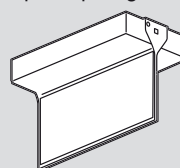
Instalación Superficie



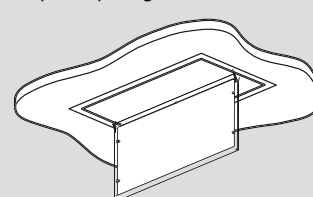
Empotrada



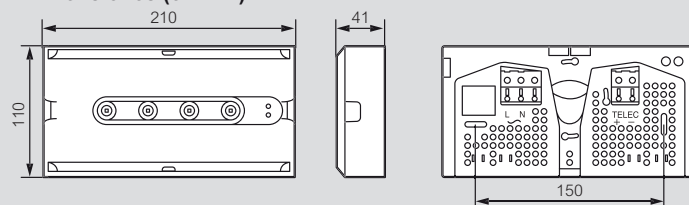
Superficie con placa pictograma



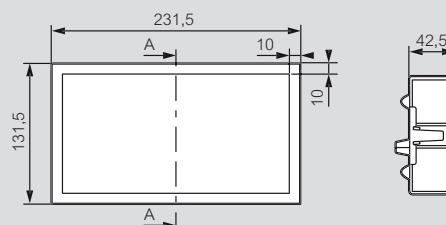
Empotrada con placa pictograma



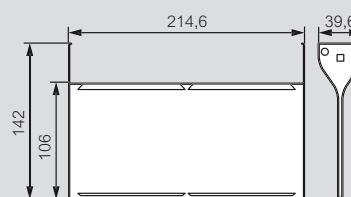
Dimensiones (en mm)



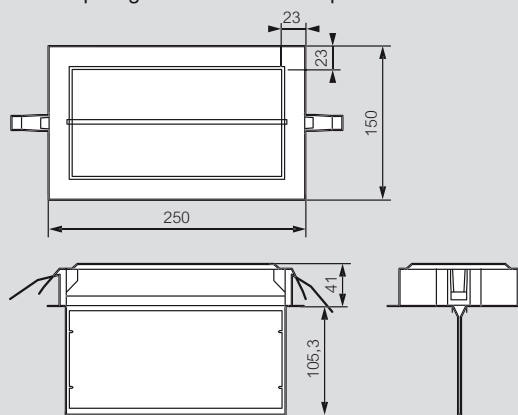
Accesorios Marco empotrar



Placa pictograma



Placa pictograma con marco empotrar ancho



# luminarias de emergencia

serie URA21<sup>LED</sup>



6 616 02

6 616 07

Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE EN 60 598-2-22  
Luminarias no permanentes y permanentes  
LEDs de alta potencia con distribución de luz optimizada  
LEDs con vida media de 150.000 h  
IP 42, IK 04 Clase II □  
Alimentación: 230 V ± 10 % 50/60 Hz  
Fuente conmutada de bajo consumo en modelos P/NP  
Baterías Ni-Cd o Ni-MH  
Tiempo de carga: 24 horas  
Autonomía: 1 y 2 horas  
1 Led verde testigo de carga  
Cuando el led se apaga indica:  
– Ausencia de tensión  
– Las baterías no cargan  
Conexión por bornas automáticas de capacidad 2 x 2,5 mm<sup>2</sup>, tanto para alimentación como telemando.  
Bornas del telemando protegidas para evitar errores en la conexión  
Utilizar telemando para:  
– Puesta en reposo  
– Test de prueba de funcionamiento con tensión de red  
Borna triple que permite apagar y encender la parte permanente  
Difusor opal  
Material de la envolvente autoextinguible  
4 entradas de cable. Una abierta en la parte posterior y 3 desfondables  
Ø 20 mm para entrada de manguera o tubo rígido  
Instalación en superficie o empotrada

Emb.	Ref.	<b>Emergencias URA21<sup>LED</sup> LVS2</b>			
		<b>Permanentes / No permanentes</b>			
		Cada luminaria detecta y comunica su estado mediante los leds (verde y amarillo) de señalización. Para funcionamiento en modo centralizado y autotest. El modo centralizado se activa dando un código a cada luminaria (por medio de microswitch) y cableando la emergencia a la línea de BUS. En función del cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	6 626 03	100	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 626 06	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 626 07	350	1 h	4 LED	Ni-MH
1	6 626 12	200	2 h	4 LED	Ni-MH

Emb.	Ref.	<b>Emergencias URA21<sup>LED</sup> No permanentes</b>			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
10	6 616 01	70	1 h	2 LED	Ni-Cd
10	6 616 02	100	1 h	2 LED	Ni-Cd
10	6 616 05	160	1 h	4 LED	Ni-Cd
		<b>Permanentes / No permanentes</b>			
		En función del cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
10	6 616 03	100	1 h	4 LED	Ni-Cd
10	6 616 06	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
10	6 616 07	350	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 616 12	200	2 h	4 LED	Ni-MH

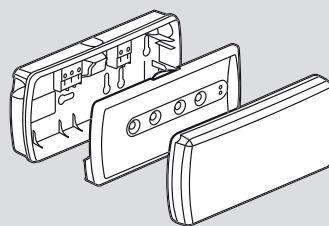
Emb.	Ref.	<b>Accesorios</b>	
		<b>En pared</b>	
		Utiliza caja+marco	
10	6 617 20	Marco de empotrar	
10	0 617 21	Caja de empotrar	
		<b>En techo</b>	
10	6 617 20	Marco de empotrar	

# luminarias de emergencia

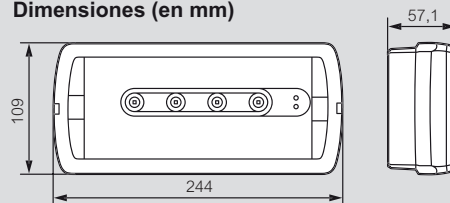
información técnica

## ■ URA21<sup>LED</sup>

### Instalación Superficie

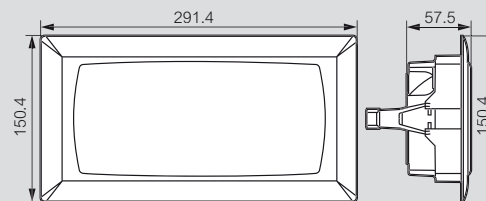


### Dimensiones (en mm)

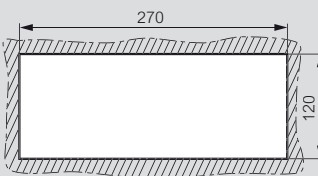


## ■ Accesorios

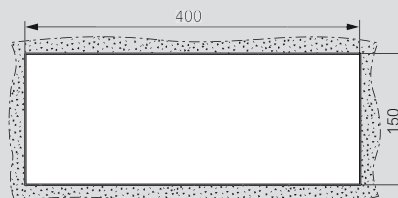
### Marco de empotrar



### Hueco para instalación empotrada techo



### Hueco para instalación empotrada pared





## luminarias de emergencia

serie B65<sup>LED</sup>



6 614 33

Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE EN 60 598-2-22  
Luminarias no permanentes y permanentes

LEDs de alta potencia con distribución de luz optimizada

LEDS con vida media de 150.000 h

IP 65, IK 07 Clase II

Alimentación: 230 V ± 10 % 50/60 Hz

Fuente conmutada de bajo consumo

Baterías Ni-Cd o Ni-MH

Tiempo de carga: 24 horas

Autonomía: 1 hora

1 Led verde testigo de carga

Cuando el led se apaga indica:

– Ausencia de tensión

– Las baterías no cargan

Conexión por bornas automáticas de capacidad 2 x 2,5 mm<sup>2</sup>, tanto para alimentación como telemando.

Bornas del telemando protegidas para evitar errores en la conexión

Utilizar telemando para:

– Puesta en reposo

– Test de prueba de funcionamiento con tensión de red

Borna triple que permite apagar y encender la parte permanente

Difusor opal

Material de la envolvente autoextinguible

3 entradas de material flexible para tubo de ø16, 20 y 25mm. Una en cada lateral y una en la parte superior

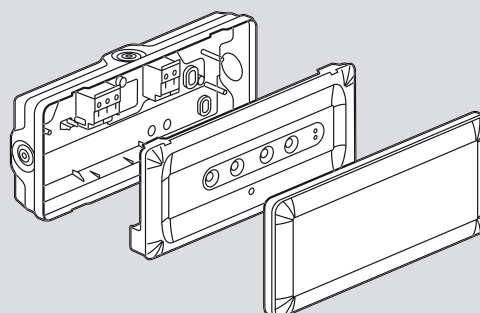
Instalación en superficie

## luminarias de emergencia

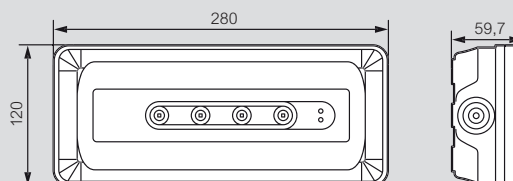
información técnica

### ■ B65<sup>LED</sup>

#### Instalación superficie



#### Dimensiones (en mm)



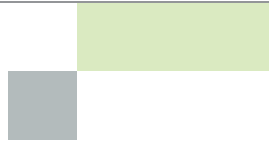
Emb.	Ref.	<b>Emergencias B65<sup>LED</sup> LVS2</b>			
		<b>Permanentes / No permanentes</b>			
		Cada luminaria detecta y comunica su estado mediante los leds (verde y amarillo) de señalización. Para funcionamiento en modo centralizado y autotest.			
		El modo centralizado se activa dando un código a cada luminaria (por medio de microswitch) y cableando la emergencia a la línea de BUS.			
		En función del cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	6 624 31	100	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 624 33	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 624 34	350	1 h	4 LED	Ni-MH

Emb.	Ref.	<b>Emergencias B65<sup>LED</sup></b>			
		<b>Permanentes / No permanentes</b>			
		En función del cableado realizado las luminarias funcionarán en modo permanente o no permanente.			
		Lúmenes	Autonomía	Lámparas	Batería
1	6 614 31	100	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 614 33	200	1 h	4 LED	Ni-Cd
1	6 614 34	350	1 h	4 LED	Ni-Cd



# LED

TECNOLOGÍA EFICIENTE Y ECOLÓGICA





#### Zona Centro

es-centro@legrandgroup.es

Tel : 91 648 79 22

Fax : 91 676 57 63

#### Zona Mediterráneo

es-mediterraneo@legrandgroup.es

Tel : 93 635 26 60

Fax: 93 635 26 64

#### Zona Sur

es-sur@legrandgroup.es

Tel : 95 465 19 61

Fax: 95 465 17 53

#### Zona Norte

es-norte@legrandgroup.es

Tel : 983 39 21 92/46 19

Fax: 983 30 88 81

#### Asistencia Técnica

Tel y Fax : 902 100 626

sat.espana@legrandgroup.es

#### Atención al Distribuidor

Tel : 902 100 454

Fax: 902 190 823

pedidos.espana@legrandgroup.es



SÍGUENOS  
TAMBIÉN EN

@ www.legrand.es

 www.youtube.com/LegrandGroupES

 twitter.com/LegrandGroup\_ES



LEGRAND GROUP ESPAÑA, S.L.

Hierro, 56 - Apto. 216

28850 Torrejón de Ardoz

Madrid

Tel.: 91 656 18 12

Fax: 91 656 67 88

www.legrandgroup.es



## EXTINTOR DE PÓ ABC BILI 6 Kg



Eficácia: 27A-183B – Ref. BILI6-27A  
Eficácia: 27A-183B – Ref. BILI6MARINA  
Eficácia: 34A-233B – Ref. BILI6-34A

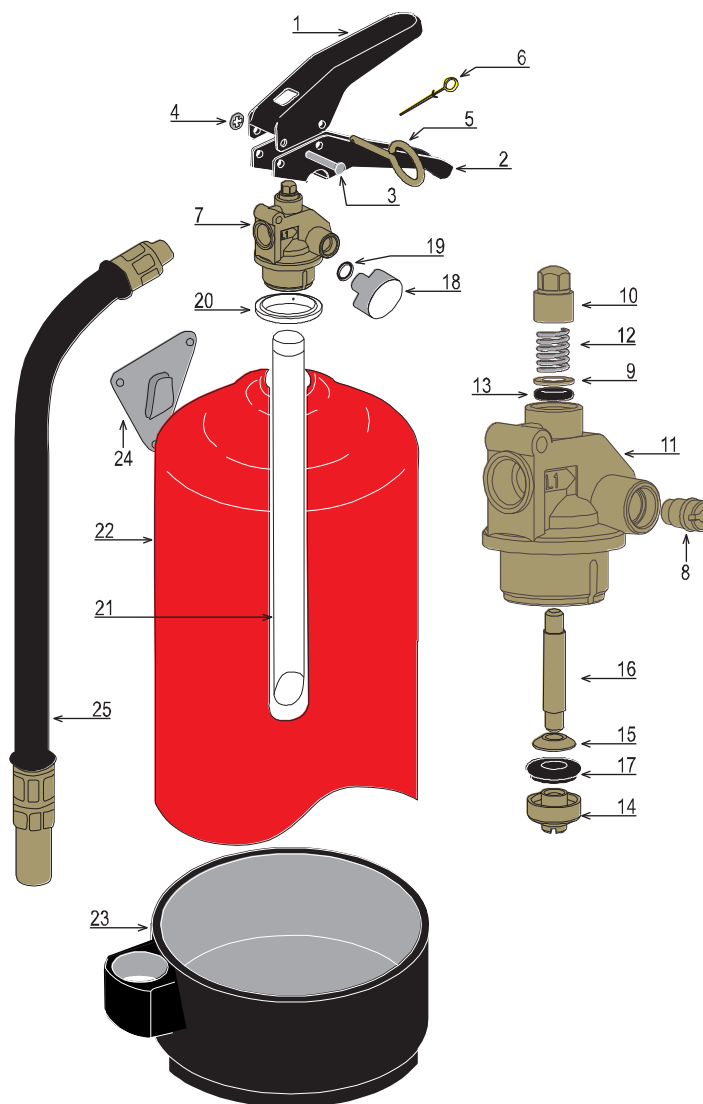
## CARACTERÍSTICAS

Agente extintor	Pó ABC
Carga agente extintor	6 Kg. ±2%
Agente propulsor	N <sub>2</sub>
Carga agente propulsor	80 g.
Pressão máxima de serviço:	17 Bar
Pressão de prova	25 Bar
Pressão a 20 °C	15 Bar
Pressão de rotura do cilindro:	120 Bar
Eficácia:	21B-113B 27A-233B
Temperaturas de serviço:	-20 a 60 °C
Tempo de operação	16 s.
Comprimento da mangueira	485mm
Pressão de serviço da mangueira	20 Bar
Pressão de rotura da mangueira	65 Bar

Uso aconselhável em fogos de classe A, B, C e classe E para tensões elétricas inferiores a 35Kv.

## DIMENSÕES

Altura:	515 mm
Diâmetro:	150 mm
Espessura mínima de parede:	1,50mm
Volume:	6,72 litros
Tara:	3.30 Kg.
Peso:	9,30 Kg.
Fator de enchimento:	0,67 Kg./l



Nº	Descrição	Nº	Descrição
1	Maneta Superior	13	Cabeça do veio 6 – 9 Kg.
2	Manete inferior	15	Arandela de grampo
3	Remanche semitubular 4x29	16	Veio 6 -9 Kg.
4	Aranlock sem tampa 4x10	17	Junta do veio 6 -9 Kg.
5	Anilha de segurança 4x29	18	Manómetro
6	Precinto	19	Junta tórica manómetro
7	Válvula 6 – 9 Kg.	20	Junta Hytrel
8	Válvula de comprovação Int.	21	Tubo sonda 6 Kg.
9	Arandela inferior	22	Casco 6Kg.
10	Arandela superior 6 – 9 Kg.	23	Base 6 Kg.
11	Corpo válvula 6 -9 Kg.	24	Suporte de parede
12	Mola	25	Mangueira 6 Kg.
13	Junta tórica 5,80x2,90		



**Grupo de Incendios**

Extintores de CO<sub>2</sub>  
**BILI 7 Kg.**



EXTINTOR MÓVIL 7 KG. CO<sub>2</sub>  
**BILI 7/VM**

**CE**  
0099



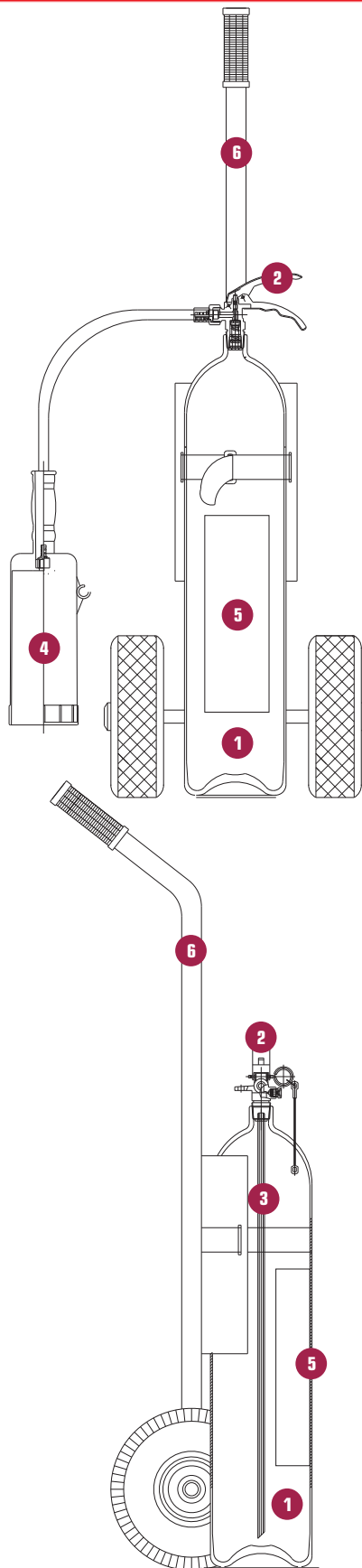
## CARACTERÍSTICAS

Presión de diseño: .....250 Bar  
 Presión de prueba: .....250 Bar  
 Presión máxima de servicio: .....174 Bar  
 Presión tarado disco de seguridad: ..190 Bar  
 Presión de rotura botella:..... 510 Bar  
 Eficacia:..... 113 B  
 Carga: .....6,65 a 7 Kg CO<sub>2</sub>  
 Temperaturas de servicio: .....-20 a 60 °C  
 Uso aconsejable: .....Fuegos A y B

## DIMENSIONES

Altura: .....698 mm.  
 Diámetro: .....154 mm.  
 Espesor mínimo pared: ..... 3,14 mm.  
 Volumen: .....10,44 litros  
 Tara botella: .....10,65 Kg.  
 Peso botella llena sin carro: .....17,65 Kg.  
 Peso bocina y manguera: .....0,68 Kg.  
 Peso botella con manguera y bocina: 18,33 Kg.  
 Peso carro vacío: .....6,23 Kg.  
 Peso completo con carro: .....24,56 Kg.  
 Grado de llenado: .....0,67 Kg./l

- 1 Botella**  
Tubo de acero aleado estirado sin soldadura
- 2 Válvula**  
Latón, acero y caucho
- 3 Tubo sonda**  
Aluminio
- 4 Bocina Manguera**  
Polipropileno y acero
- 5 Etiqueta adhesiva**
- 6 Carro**





ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## ESTUDIO CONTRA - INCENDIOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Objeto del estudio.....	2
2. Alcance.....	2
3. Antecedentes.....	3
4. Definiciones.....	3
5. Legislación empleada.....	4
6. Estudio de la planta.....	5
7. Resultados.....	15

## 1. Objeto del estudio

El objeto de la planta se basa en elaborar un proceso de reciclaje de un metal que cada día es más solicitado y explotado; esto es, el cobre. En nuestro caso, elaboraremos un estudio cuyo objetivo principal se basa en la prevención y solvento de los posibles incendios que se puedan producir en esta instalación para evitar riesgos a los trabajadores, a la maquinaria y a la estructura.

Se dispone de una planta de unos 1033 metros cuadrados que se diferencia en cuatro zonas principales. Dos de ellas están destinadas al almacenamiento de la materia prima y del producto, que en este caso son prácticamente el mismo material, el cobre; salvo que en uno de los casos será empleado como sustento puesto que será el cobre obtenido de varias áreas para su reciclado; y en el otro será el cobre en su máxima pureza almacenado para su posterior venta.

Por otro lado, tenemos la planta de tratado del cobre que es la que abarca mayor área útil de la instalación. Presenta su maquinaria correspondiente al proceso, además del horno de fundición.

Y la última zona está reservada para la comercialización del cobre, está compuesta por una pequeña sala de clientes donde se llevarán a cabo las actividades comerciales pertinentes. Adosado además se encuentra la zona de vestuarios de los trabajadores de la planta.

Conociendo esto, este documento tiene como objetivo presentar las zonas que impliquen mayor riesgo de incendio, calculando los factores apropiados, y poner en marcha una solución preventiva para los trabajadores y la estructura de la planta.

## 2. Alcance

Se busca, mediante este estudio, designar la cantidad de elementos de protección contra – incendios considerando que el establecimiento cuenta ya con un sistema de evacuación de humos, además de una ventilación buena para garantizar la seguridad.

Teniendo en cuenta de que la instalación cuenta con un horno capaz de llegar a temperaturas superiores a los 800 ° C, se tendrá que aplicar el nivel máximo para este caso probablemente.

### 3. Antecedentes

El promotor busca tener una planta con un grado de seguridad acorde a la ley establecida para la prevención de incendios, construyendo así un entorno laboral seguro, apto y cómodo para los trabajadores de la planta.

Por ello ha optado por solicitar este estudio contra incendios y la puesta en marcha del mismo lo antes posible.

### 4. Definiciones

Ecuaciones a emplear en el estudio:

- Cálculo de la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del área de incendio:  $Q_s = \frac{\sum_1^i q_i C_i G_i}{A} K R_a$  (MJ/m<sup>2</sup>) o (Mcal/m<sup>2</sup>)
- Actividades distintas a almacenamiento:  $Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} C_i S_i}{A} R_a$  (MJ/m<sup>2</sup>) o (Mcal/m<sup>2</sup>)
- Actividades de almacenamiento  $Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i S_i}{A} R_a$  (MJ/m<sup>2</sup>) o (Mcal/m<sup>2</sup>)

Leyenda:

- $Q_s$ : Densidad de carga de fuego.
- $C_i$ : Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles de la zona.
- $R_a$ : Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transporte, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la

actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos un 10% de la superficie del sector o área de incendio.

- $q_i$ : Poder calorífico, en (MJ/kg) o (Mcal/kg), de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.
- $G_i$ : Masa en kg de cada uno de los combustibles que existen en el sector o área de incendio.
- $A$ : Superficie construida del sector de incendio ocupada del área de incendio, en  $m^2$ .
- $q_{si}$ : Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en (MJ/ $m^2$ ) o (Mcal/ $m^2$ ).
- $s_i$ : Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego,  $q_{si}$  diferente, en  $m^2$ .
- $q_{vi}$ : Carga de fuego, aportada por cada  $m^3$  de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en (MJ/ $m^3$ ) o (Mcal/ $m^3$ )
- $h_i$ : Altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles en m.

## 5. Legislación empleada

La legislación empleada para este estudio contra - incendios es la siguiente:

UNE 23093 – 1: 1998. Ensayos de resistencia al fuego. Parte I. Requisitos generales.

UNE 23093 – 2: 1998. Ensayos de resistencia al fuego. Parte II. Procedimientos alternativos y adicionales.

UNE-EN 1363-1:2000 Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1. Requisitos generales

UNE-EN 1363-2:2000 Ensayos de resistencia al fuego. Parte 2. Procedimientos alternativos y adicionales.

UNE-EN 13501-1:2002 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

UNE-EN 13501-2:2004 Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego. Parte 2: clasificación a partir de datos obtenidos en los ensayos de resistencia al fuego excluidas las instalaciones de ventilación.

UNE-EN 3-7:2004 Extintores portátiles de Incendios. Parte 7. Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.

UNE-EN 12845:2004 Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimientos.

UNE 23500: 1990. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.

UNE 23585:2004 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos en caso de incendio.

UNE 23727: 1990. Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción.

## **6. Estudio de la planta**

Previamente al comienzo del estudio, debemos conocer qué tipos de declaraciones existen para los establecimientos.

Por un lado, tenemos el tipo A. que implica que el establecimiento industrial ocupa parcialmente un edificio que tiene, además, otros establecimientos, ya sean estos de uso industrial ya de otros usos.



Por otro el tipo B, que implica que el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio que está adosado a otro u otros edificios, o a una distancia igual o inferior a tres metros de otro u otros edificios, de otro establecimiento, ya sean estos de uso industrial o bien de otros usos.

Siguiendo por el 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.

Y finalizando por los tipos D y E, donde el tipo D implica que el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto, que puede estar totalmente cubierto, alguna de cuyas fachadas carece totalmente de cerramiento lateral.

Y el tipo E supone que el establecimiento industrial ocupa un espacio abierto que puede estar parcialmente cubierto (hasta un 50 por ciento de su superficie), alguna de cuyas fachadas en la parte cubierta carece totalmente de cerramiento lateral.

Considerando estas breves descripciones de los tipos de establecimientos industriales clasificados, en nuestro caso; el establecimiento designado es de tipo C, debido a que se encuentra emplazado en el polígono industrial de Güímar en una parcela localizada en una zona donde el edificio más cercano se encuentra a más de metros de distancia del edificio industrial que vamos a tratar aquí.

El establecimiento presenta cuatro zonas diferenciadas como hemos descrito anteriormente, en nuestro caso; existen tres zonas de riesgo un tanto diferenciadas entre sí, por un lado, tenemos los dos almacenes, donde el material a almacenar es el cobre en cableado.

Por otro lado, tenemos la planta de reciclado donde se encuentra la maquinaria pesada y el horno, que debido a su trabajo en altas temperaturas supone un riesgo tanto para los trabajadores como para la planta en sí.

Por último, tenemos la zona comercial, esta área a comparación del resto de la planta se podría considerar despreciable en cuanto a la densidad de carga de fuego debido a que no presenta materiales del tipo inflamables en cantidades que supongan un peligro de incendio considerado.

Previamente vamos a calcular la densidad de carga de fuego de los almacenes, donde se ha designado un área útil de almacenamiento del cobre y mediante la ecuación

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{) podremos conocer esta densidad de carga.}$$

Antes de proseguir con el cálculo, designaremos los datos que conocemos acerca de la instalación. Por un lado, los valores tanto en la actividad y venta como en el almacenamiento de  $Q_s$  y  $q_{vi}$  respectivamente del cobre y otros metales y mecánicas, además se encuentran también un porcentaje de cajas donde se almacenarán los cableados, similar a los palés de madera, que suponen también un incremento del riesgo. En la tabla siguiente se describen los datos asociados por la tabla 1.2 del anexo I del decreto.

ACTIVIDAD	Fabricación y venta		Almacenamiento	
	$Q_s$ (MJ/m <sup>2</sup> )/(Mcal/m <sup>2</sup> )	$R_a$	$q_v$ (MJ/m <sup>3</sup> )/(Mcal/m <sup>3</sup> )	$R_a$
Cables	300/72	1,0	600/144	1,5
Depósitos en cajas de madera			200/48	1,0
Mecánica de precisión	200/48	1,0		
Metales, manufacturas en general	200/48	1,0		
Oficinas técnicas	600/144	1,0		

Tabla 17. Descripción de la carga de fuego según área de trabajo.

Además, se ha designado tanto el área útil como la altura que se va a emplear del almacén, en particular para el primero, será una superficie útil  $s_i$  para la zona del cableado de 200 metros cuadrados y una altura de 4 metros para almacenar el cableado, mientras que las cajas dividirán ese almacenamiento en dos tandas de cableado aplicando la misma superficie, pero con una altura de 0.5 metros por cada división. En total implicaría que

para las cajas la altura es de 1 metro, considerando pues que para el primer almacén es de una superficie útil de 200 metros cuadrados y una altura de 5 metros.

Además, según la tabla 1.1 del anexo I, el grado de peligrosidad asociada es media, debido a que las coberturas de los cables de cobre son capaces de emitir gases inflamables en el almacén, por lo que nuestra  $C_i$  es de 1,30. Por último, conociendo que el área del almacén es de 225 metros cuadrados y que la  $R_a$  asociada es de 1,5 para el cableado, y 1,0 para las cajas; tenemos que para el almacén de cobre de materia prima la carga de incendio es:

$$Q_s = \frac{\sum_1^2 q_{vi} C_i h_i s_i}{A} R_a$$

*Ecuación 7. Carga de incendio para almacenes.*

$$Q_s = \left[ \left( \frac{\frac{600Mj}{m^3} * 1,3 * 4m * 200m^2}{225m^2} * 1,5 \right) + \left( \frac{\frac{200Mj}{m^3} * 1,3 * 1m * 200m^2}{225m^2} * 1,0 \right) \right]$$

$$Q_s = 4160 MJ/m^2 + 231,11 MJ/m^2;$$

$$Q_s = 4391,11 MJ/m^2;$$

Como se puede comprobar, los cables suponen una gran carga de fuego en comparación con las cajas empleadas debido al nivel de ocupación y su carga de fuego en comparación puesto que implica el triple que las cajas.

Proseguimos con el almacén destinado para el cobre reciclado que en este caso la los valores serán los siguientes:

- $s_i = 125$  metros cuadrados para el cobre y las cajas.
- $h_i = 4$  metros para el cobre, y 1,5 metros para las cajas (0,5 metros por división)
- $C_i = 1,3$  para ambos casos puesto que es idéntico al anterior
- $q_{vi} = \frac{600Mj}{m^3}$  para el cobre,  $\frac{200Mj}{m^3}$  para las cajas de madera.

- $R_a = 1,5$  para el cobre y  $1,0$  para las cajas de madera.
- $A = 150$  metros cuadrados para ambos por ser en el almacén de cobre reciclado.

Conocido esto tenemos que:

$$Q_s = \left[ \left( \frac{\frac{600Mj}{m^3} * 1,3 * 4m * 125m^2}{150m^2} * 1,5 \right) + \left( \frac{\frac{200Mj}{m^3} * 1,3 * 1,5m * 125m^2}{150m^2} * 1,0 \right) \right]$$

$$Q_s = 3900 \text{ MJ/m}^2 + 325 \text{ MJ/m}^2;$$

$$Q_s = 4225 \text{ MJ/m}^2;$$

Como se puede comprobar, para los casos de los dos almacenes el riesgo de incendio es muy similar, aunque predomina el de materia prima debido al área útil especificada en el cálculo.

Para la zona de ventas de oficina, la ecuación empleada es la siguiente:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} C_i S_i}{A} R_a;$$

*Ecuación 8. Carga de fuego en labores distintas de almacenamiento.*

Donde ya conocemos todos los términos salvo  $q_{si}$ , este es la densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en  $(\text{MJ/m}^2)$  o  $(\text{Mcal/m}^2)$ .

Conociendo esto calculamos la carga de fuego de la zona comercial, conociendo los siguientes datos:

- $q_{si} = 600 \text{ MJ/m}^2$
- $C_i = 1,0$  debido a que en este caso no se encuentran materiales del todo peligrosos.
- $s_i = 48$  metros cuadrados.

- $R_a = 1,0$  para este caso.
- $A = 48 \text{ metros cuadrados}$ .

Una vez descrito los datos tenemos que la carga de fuego es:

$$Q_s = \left[ \left( \frac{600 \text{Mj}}{\text{m}^2} * 1,0 * 48 \text{m}^2 \right) \right]$$

$$Q_s = 600 \text{ MJ/m}^2;$$

Como podemos comprobar, en comparación con los almacenes, la zona de venta se podría considerar despreciable con respecto a lo calculado anteriormente, puesto que en porcentaje de carga la oficina supone un 13,66% en términos relativos al valor más alto calculado de los dos almacenes.

Por último, para la zona de la planta de reciclado, tenemos por un lado maquinaria de precisión que son las creadoras de cobre, la pre-trituradora y la trituradora. Por un lado, se puede elaborar el cálculo de ello respectivamente, sin embargo, en cuanto al horno de fundición requiere una normativa específica que no disponemos por lo que no podemos elaborar un cálculo exacto de la densidad de carga del mismo. Por lo que recurrimos a calcular el resto de maquinarias y comparar los resultados con la tabla 1.3 del anexo I del decreto.

Para la planta de reciclado tenemos por un lado la maquinaria que se clasifica como mecánica de precisión, además de que la actividad principal se clasifica como metales y manufacturación en general, debido a que se trata de un reciclaje de cobre. Esto implica que la carga de fuego asociada de la planta es:

$$Q_s = \left[ \left( \frac{\frac{200Mj}{m^2} * 1,3 * 3 m^2}{625m^2} * 1,0 \right) + \left( \frac{\frac{200Mj}{m^2} * 1,3 * 3,75m^2}{625m^2} * 1,0 \right) \right. \\ \left. + \left( \frac{\frac{200Mj}{m^2} * 1,3 * 7,5m^2}{625m^2} * 1,0 \right) + \left( \frac{\frac{200Mj}{m^2} * 1,3 * 35m^2}{625m^2} * 1,0 \right) \right]$$

$$Q_s = 1,248MJ/m^2 + 1,56 MJ/m^2 + 3,12 MJ/m^2 + 14,56 MJ/m^2;$$

$$Q_s = 20,488 MJ/m^2;$$

El resultado obtenido resulta ser muy bajo en comparación con el resto de valores calculados, debido a que el área donde se establece la actividad es bastante amplia. Además, en este caso no se está teniendo en cuenta el horno de fundición de cobre, debido a la legislación específica que requiere para ello y de la que no disponemos.

Sin embargo, comparando los resultados obtenidos se puede considerar que el nivel mínimo aplicable para la instalación es de nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio alto según la tabla 1.3 del anexo I, debido a que:

$Q_{s1} = 4391,11 MJ/m^2 > Q_{s2} = 4225 MJ/m^2 > Q_{s3} = 600 MJ/m^2 > Q_{s4} = 20,488 MJ/m^2$ ; Comparando el mayor resultado obtenido con la tabla se concluye que el rango de  $Q_s$  obtenido se encuentra entre los valores  $3400 < Q_s \leq 6800 (MJ/m^2)$  lo que implica que la instalación tiene un nivel de riesgo intrínseco alto. Además, considerando que la planta trabaja con el horno de fundición, suponemos que el nivel mínimo al que tenemos que tratar es alto.

Conociendo esta conclusión continuamos con el anexo II que describe los apartados a tener en cuenta según el tipo de instalación y el nivel de riesgo obtenido.

Empezando por el primer punto que indica las restricciones de construcción en sectores intrínsecos con respecto al tipo de instalación A, B y C; en nuestro caso, no incumplimos ninguna de las restricciones para la instalación debido a que ésta se encuentra alejada a una distancia mínima de 10 m con respecto al próximo edificio.

El segundo punto, que implica la sectorización de los establecimientos industriales. Este designa la capacidad en superficie máxima según el tipo de instalación y el nivel de riesgo intrínseco. En nuestro caso, el nivel de riesgo es alto y el tipo de edificación es C. Esto implica según la tabla 2.1 del anexo II que la superficie máxima admisible para estas condiciones es de 3000 metros cuadrados, y la instalación es de 1000 metros cuadrados.

Para los siguientes puntos que implica la estabilidad al fuego de la instalación, debido a que este documento es de carácter doctrinal, se supone que la instalación cumple con las referencias estructurales designadas según el nivel de riesgo y el tipo de edificio establecido, que para nuestro caso son:

Según la tabla 2.2 la correspondencia por ser una estructura que presenta una planta sobre rasante de tipo C y nivel intrínseco Alto es R90 (EF-90) como mínimo.

Según la tabla 2.3 para el tipo C y con riesgo alto corresponde a R30 (EF-30).

Según la tabla 2.4 específicas para edificios de una sola planta, considerando que el riesgo es alto y el tipo es C R15 (EF-15).

El cálculo de la ocupación P para la aplicación de exigencias relativas de evacuación de la instalación industrial se basa por la siguiente expresión:

$P = 1,10p$ , considerando que  $p < 100$ , donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio.

La longitud del recorrido de evacuación, considerando que la instalación se designará con una única salida de incendios y considerando el nivel de riesgo alto implica que no existe distancia mínima.

Las escaleras que se prevean para evacuación descendente serán protegidas, conforme al apartado 10.1 de la NBE/CPI/96, que con el riesgo alto implica que la altura es de 10 m, y siempre protegidas.

Tanto la señalización como la organización de las puertas de evacuación y demás elementos preventivos contra incendios serán aplicados conforme a la normativa NBE-CPI/96 y Real Decreto 485/1997.

Debido a que presentamos las condiciones de tipo de edificio C y riesgo intrínseco alto y una superficie de 1000 metros cuadrados aproximadamente, es necesario disponer de un sistema de evacuación de humos.

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

Se aplicarán rociadores automáticos en el establecimiento debido al establecimiento.

Por último, según el anexo III que trata de los requisitos de protección contra incendios de los establecimientos industriales, se describirá los elementos necesarios para satisfacer la normativa, además de sobre dimensionar el estudio por prevención del horno que presenta la instalación.

Conforme al apartado a del anexo, para el tipo de superficie de la instalación y el tipo de edificio y debido a la actividad de almacenamiento que se dispone, es necesaria la instalación de sistemas automáticos de incendios.

Para el sistema manual de alarma de incendios, debido al tipo de instalación no es necesario aplicarla, sin embargo, considerando que en la planta de reciclado se encuentra el horno se opta por poner alarmas manuales de incendio.

Se aplicarán para este anexo, los siguientes elementos contra incendios:

- Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios (red de agua contra incendios).



En nuestro caso no requerimos de sistema de hidrantes debido a la configuración del establecimiento.

Para la instalación de extintores se tiene que instalar uno cada 200 metros cuadrados, debido a que el grado de riesgo es alto, y la eficacia mínima ha de ser de 34 A.

Por último, la instalación de alumbrado de emergencia cumplirá las condiciones pertinentes.

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx.
- 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 de las luminarias.

La señalización correspondiente será según el Real Decreto 485/1997.

A continuación, se muestra la señalización en caso de incendio:



Imagen 8. Señalización contra incendios y para casos de emergencia.

En el anexo IV se encuentra la relación de normas UNE de obligado cumplimiento en la aplicación de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Que está incluida en el apartado de legislación empleada.

### 7. Resultados

A continuación, se recurre a plantear una tabla con los dispositivos contra incendios que se van a instalar en el establecimiento:

Elemento	Modelo	Distancia	Total cantidad	Zona
Extintor de dióxido de Carbono	BILI 7	Cada 50 m	5 Unidades	Almacenes y planta de proceso
Extintor de polvo	BILI 6	Cada 25 m	15 Unidades	En todo el establecimiento

Tabla 18. Elementos seleccionados para extinción de incendios.





Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Antecedentes y datos generales.....	2
1.1.Objeto.....	2
1.2.Proyecto al que se refiere.....	2
1.3.Descripción del emplazamiento y la obra.....	3
2. Definición de los riesgos laborales generales, medidas de protección y prevención de los mismos, y obligaciones.....	3
2.1.Obligaciones del promotor en materia de seguridad y salud laboral.....	7
2.2.Coordinador destinado a la seguridad y la salud de los trabajadores.....	7
2.3.Plan de seguridad y salud laboral.....	8
2.4.Obligaciones pertinentes de los contratistas.....	9
2.5.Trabajadores autónomos.....	11
3. Señalización de prevención laboral.....	11
4. Derechos laborales.....	13
5. Caso de parálisis de los trabajos.....	13
6. Normas de seguridad y salud empleadas en el estudio.....	14

## **1. Antecedentes y datos generales**

### **1.1. Objeto**

El objeto de este documento se basa en realizar el estudio básico de seguridad y salud de los trabajadores de una planta de reciclado de cobre. Esto es, detectar los riesgos laborales en su totalidad y análisis de los mismos, valoración y resolución más aconsejable y eficiente para ambos colectivos, el del trabajador y el del empresario.

Para ello empleamos el Real Decreto 1627/1997, cuya especificación en el estudio básico es la siguiente:

- La aplicación de la normativa referida a la seguridad y la salud en cuestiones de obra.
- Prever e informar correctamente a todo el entorno laboral para poder efectuar los futuros trabajos de forma segura y saludable.
- Identificación de los riesgos laborales evitables, así como las medidas técnicas recurrentes para poder ser evitados.
- Identificación de los riesgos laborales que no se pueden evitar mediante las medidas de seguridad convencionales y protecciones recurrentes, para este caso se valorarán alternativas y un control específico de la situación en concreto.

### **1.2. Proyecto al que se refiere**

El proyecto al que se refiere es el de una instalación cuya finalidad se basa en el reciclaje de cable de cobre proveniente de las chatarras e instalaciones obsoletas y comercializar con el producto reciclado.

La instalación tendrá varias áreas de actividad definidas. Por un lado, se encuentran dos almacenes que serán empleados para el depósito de materia prima y producto respectivamente.

Por otro lado, tenemos la planta de reciclaje, donde se dará la mayoría de la actividad de la planta. En esta área, se reciclará el cobre que se almacenará en la zona correspondiente.

Por último, en la sala comercial se realizará la actividad de servicio al público y promoción del producto reciclado.

### **1.3. Descripción del emplazamiento y la obra**

La instalación se encuentra en el polígono industrial de güímar, Arafo, en Santa Cruz de Tenerife, España.

Presenta un área de 1033 metros cuadrados, donde se definen las áreas ya descritas anteriormente.

El periodo de ejecución de la obra no se encuentra definido. Sin embargo, este estudio será realizado para un mínimo de 3 meses. Con una previsión de 10 trabajadores que ejercerán su labor en periodos mensuales.

Tiene varias vías de acceso, la más importante resulta ser la autopista TF1 que conecta la zona de Santa Cruz de Tenerife con el Sur de la isla. Esto supone que el establecimiento tiene accesos de rodadura, además de disposición de agua sanitaria y abastecimiento eléctrico.

## **2. Definición de los riesgos laborales generales y las medidas de protección y prevención de los mismos**

Los riesgos generales, más frecuentes identificados se describen a continuación:

- En caso de que el personal esté trabajando en el exterior del establecimiento.



- Caídas al mismo nivel.
  - Caídas a distinto nivel.
  - Caídas de objetos.
  - Caídas de material.
  - Golpes contra objetos.
  - Atrapamientos.
  - Aplastamiento por vehículos o maquinaria.
  - Lesiones, cortes en extremidades.
  - Sobreesfuerzos.
  - Contaminación acústica.
  - Polvo en el ambiente laboral.
  - Vibraciones.
  - Contactos eléctricos directos.
  - Contactos eléctricos indirectos.
  - Desplomes en edificios circundantes al entorno laboral.
  - Meteorología adversa.
  - Trabajos en lugares húmedos o mojados.
  - Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria.
  - Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno.
  - Contagios por lugares insalubres.
  - Explosiones e incendios.
  - Derivados de acceso al lugar de trabajo.
- Las medidas preventivas en estos casos se describen a continuación:
- Achique de aguas.
  - Barandillas y señalización en borde de la excavación.
  - Tableros o planchas en huecos horizontales que lo requieran.
  - Separación del tránsito de vehículos frente a los trabajadores.
  - No permanecer en el radio de acción de las máquinas.
  - Avisadores ópticos y acústicos en la maquinaria.

- Protección de las partes móviles maquinaria.
  - Cabinas o pórticos de seguridad.
  - No juntar materiales en los bordes de la excavación.
  - Conservación adecuada de las vías de circulación.
  - Vigilancia de los edificios colindantes.
  - No permanecer bajo zonas de excavación.
  - Distancia de seguridad de las líneas eléctricas.
- Las protecciones asociadas a estos tipos de riesgos son las siguientes:
- Casco de seguridad.
  - Calzado de seguridad.
  - Botas de seguridad impermeables.
  - Guantes impermeables.
  - Gafas de seguridad.
  - Protectores auditivos.
  - Cinturón de seguridad.
  - Ropa de Trabajo.
  - Traje impermeable.
- En caso de que el personal esté trabajando en el interior del establecimiento.
- Caídas de mismo nivel.
  - Caídas de distinto nivel.
  - Caídas de objetos.
  - Caídas de materiales transportados.
  - Choques o golpes contra objetos.
  - Atrapamientos y aplastamientos.
  - Atropellos, colisiones, alcances, vuelcos de camiones.
  - Lesiones y/o cortes en manos.
  - Lesiones y/o cortes en pies.

- Sobreesfuerzos.
  - Ruido, contaminación acústica.
  - Vibraciones.
  - Polvo en el ambiente.
  - Cuerpos extraños en los ojos.
  - Contactos eléctricos directos.
  - Contactos eléctricos indirectos.
  - Ambientes pobres en oxígeno.
  - Inhalación de vapores y gases.
  - Trabajos en zonas húmedas o mojadas.
  - Explosiones e incendios.
  - Radiaciones y derivados de soldadura.
  - Quemaduras.
  - Derivados del acceso al lugar de trabajo.
  - Derivados del almacenamiento inadecuado de productos combustibles.
- Las medidas preventivas que se han de tomar para la prevención de estos riesgos son las siguientes:
- Barandillas.
  - Pasos o pasarelas.
  - Mallados.
  - Tableros o planchas en huecos horizontales.
  - Escaleras auxiliares adecuadas.
  - Carcasas o resguardos de protección de partes móviles de máquinas.
  - Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
  - Plataformas de descarga de material.
  - Evacuación de escombros.
  - Limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito.
- Las protecciones recurrentes de los trabajadores son las siguientes:

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Botas de seguridad ignífugas.
- Guantes ignífugos.
- Guantes impermeables.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Ropa ignífuga.
- Pantalla de soldador.

## **2.1. Obligaciones del promotor en materia de seguridad y salud laboral**

El promotor ha de seleccionar una coordinación con la finalidad de que, en caso de que la ejecución de las obras o los trabajos sea de forma conjunta con varias empresas, o en su defecto; con trabajadores autónomos y empresas. Sin embargo, esta acción no exime al promotor de sus responsabilidades ante cualquier suceso que se pueda producir.

## **2.2. Coordinador destinado a la seguridad y la salud de los trabajadores**

La Coordinación ha de realizar una serie de funciones mientras se ejecuta cualquier actividad u obra, estos son:

- Tomar el relevo de la Dirección Facultativa en materia de prevención para casos en los que fuera necesario.
- La aplicación correcta de los principios preventivos y de seguridad laboral.

- Realizar una coordinación acorde con las actividades que se realicen en las obras o trabajos de forma que tanto las empresas implicadas, como los trabajadores apliquen los principios recogidos por la Ley de Prevención de Riesgos Laborales de forma coherente, responsable y eficaz.
- Coordinar el control requerido de los métodos de trabajo.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud, y sus posibles modificaciones correspondientes.
- Acaparar las medidas recurrentes para que el personal autorizado sea el único que pueda acceder a dichas obras o trabajos específicos.

### **2.3. Plan de seguridad y salud laboral**

El plan de seguridad y salud en el trabajo es el documento o conjunto de documentos elaborados por el contratista ajustables en el tiempo, que coherentes con el proyecto y partiendo de un estudio o estudio básico de seguridad y salud adaptado a su propio sistema constructivo, permite desarrollar los trabajos en las debidas condiciones preventivas. Al plan se pueden incorporar, durante el proceso de ejecución, cuantas modificaciones sean necesarias.

En el plan se analizan, estudian, desarrollan y complementan las previsiones contenidas en el estudio. Por ello es imprescindible, porque sólo el contratista conoce exactamente el sistema mediante el cual se va a ejecutar la obra. Por esta razón es muy difícil que el contenido del plan pueda coincidir de forma casi total o mimética con el del estudio, salvo en circunstancias excepcionales. Este caso puede darse, por ejemplo, cuando la empresa sea a la vez promotora y constructora de la obra en cuestión.

En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en este caso, del estudio básico, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirán, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

Es importante que el contratista tenga en cuenta para la elaboración del plan que el plazo de ejecución previsto en el proyecto se ha estimado considerando la aplicación de los principios generales de prevención del artículo 15.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Por tanto, cualquier modificación de este plazo contemplada en el citado plan deberá respetar estos principios.

En la elaboración del plan se deberá tener en cuenta:

- El proyecto.
- El estudio o estudio básico.
- El plan de prevención del contratista y de sus subcontratistas.
- Los procedimientos de ejecución del contratista y de sus subcontratistas.
- Las condiciones expresas de la obra.

En el caso de que el promotor contrate la ejecución de la obra con varios contratistas cada uno de éstos deberá elaborar un plan de seguridad y salud. En tales circunstancias es necesario detectar y, en su caso, eliminar las posibles contradicciones, interferencias e incompatibilidades entre los mismos relacionadas con los métodos de trabajo, las actividades coincidentes en espacio y tiempo, la utilización de equipos y productos, etc.

## **2.4. Obligaciones pertinentes de los contratistas**

Las obligaciones de los contratistas en términos generales son las siguientes:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales.

- El mantenimiento de la obra, y de la limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La responsabilidad de la ejecución correcta recaerá en los contratistas, así como de las medidas preventivas fijadas en el Plan. Además, en cualquier caso adverso deberán responder ante lo descrito en el Plan.

Sin embargo, las responsabilidades atribuidas a la Coordinación, como a la Dirección Facultativa y al Promotor no serán eximidas frente a los contratistas.

## **2.5. Trabajadores autónomos**

Las obligaciones correspondientes a los trabajadores autónomos son las siguientes:

- Limpieza, orden y mantenimiento de la obra.
- Evacuación de los residuos y escombros que se puedan generar.
- Cooperación entre el resto de trabajadores e integrantes en la obra.
- Cumplir las disposiciones establecidas en el Real Decreto 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Cumplir con el Plan de Seguridad y Salud que se les haya especificado.

## **3. Señalización de prevención laboral**

Debido a que este estudio se refiere a una industria destinada al reciclaje, la señalización preventiva acorde a este campo se describirá a continuación, considerando que se trabajará con maquinaria pesada, y existe riesgo eléctrico. Además, se conoce de la existencia de hornos industriales que llevan a requerir de señalización adicional para el trabajador.



También, en el caso de los hornos, se recurrirá al empleo de Equipos de Protección Individual para los trabajadores designados para la actividad que conlleve el empleo de este tipo de maquinaria.

Conociendo esto, la señalización necesaria es la siguiente:

						
Empujar, no tirar	Usar botas aislantes	Usar guantes aislantes	Usar cinturón de seguridad	Lavarse las manos	Usar protector de máquinas	Sólo mercancías
						
Accionar	Usar la papelera	Usar señal sonora	Vía obligatoria para peatones	Cerrar la puerta	Eliminar las puntas	Revisar cables y cadenas
						
Agua potable	Calzado antiestático	Apagar cigarrillo	Apilar correctamente	Doblar las rodillas para levantar	Mantener cerrado	No obstruir puerta

Imagen 9. Señalización en entornos laborales con riesgo eléctrico.



Imagen 10. Señalización de prohibición en la instalación.



*Imagen 11. Señalización de advertencia en el entorno laboral.*

#### **4. Derechos laborales**

Cada trabajador ha de recibir la información adecuada, así como formación laboral en circunstancias que lo requieran acerca de todas las medidas preventivas que hayan de adoptarse. Además, es necesario que reciban una copia del Plan de Seguridad y Salud. Todo ello por parte del contratista, o de la empresa que lleve el Plan.

#### **5. Caso de parálisis de los trabajos**

En caso de que se produzca algún incumplimiento en las tareas de ejecución laboral, así como las negligencias que puedan ser detectadas por parte de la Coordinación durante las obras, que puedan suponer un riesgo grave inminente, este ha de tener la potestad de poder parar la actividad, e incluso de la obra al completo.

Tendrá que informar al personal encargado de valorar las circunstancias dadas, además de notificar a todo el personal oportuno de la obra acerca de lo sucedido.

## **6. Normas de seguridad y salud empleadas en el estudio**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, acorde con las Señalizaciones de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, referido a la Seguridad y Salud en el entorno laboral
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, acerca del empleo de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, acerca de la Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.





ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Condiciones facultativas.....	4
1.1. Técnico director de obra.....	4
1.2. Constructor o instalador.....	5
1.3. Verificación de los documentos del proyecto.....	6
1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	6
1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.....	6
1.6. Trabajos no estipulados expresamente.....	7
1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto.....	7
1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.....	8
1.9. Faltas de personal.....	8
1.10. Caminos y accesos.....	8
1.11. Replanteo.....	9
1.12. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos.....	9
1.13. Orden de los trabajos.....	9
1.14. Facilidades para otros contratistas.....	10
1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	10
1.16. Prórroga por causa de fuerza mayor.....	10
1.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.....	11
1.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.....	11
1.19. Obras ocultas.....	11
1.20. Trabajos defectuosos.....	11
1.21. Vicios ocultos.....	12
1.22. De los materiales y los aparatos. Su procedencia.....	12
1.23. Materiales no utilizables.....	13
1.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.....	13
1.25. Limpieza de las obras.....	13
1.26. Documentación final de la obra.....	13
1.27. Plazo de garantía.....	14
1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	14
1.29. De la recepción definitiva.....	14

1.30.	Prórroga del plazo de garantía.....	14
1.31.	De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.....	15
2.	Condiciones económicas.....	15
2.1.	Composición de los precios unitarios.....	15
2.2.	Precio de contrata. Importe de contrata.....	17
2.3.	Precios contradictorios.....	17
2.4.	Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.....	17
2.5.	De la revisión de los precios contratados.....	18
2.6.	Acopio de materiales.....	18
2.7.	Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.....	18
2.8.	Relaciones valoradas y certificaciones.....	19
2.9.	Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	20
2.10.	Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.....	20
2.11.	Pagos.....	21
2.12.	Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.....	21
2.13.	Demora de los pagos.....	21
2.14.	Mejoras y aumento de obra. Casos contrarios.....	22
2.15.	Unidades de obras defectuosas pero aceptables.....	22
2.16.	Seguro de las obras.....	22
2.17.	Conservación de la obra.....	23
2.18.	Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	24
3.	Condiciones técnicas para la ejecución y montaje y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión.....	24
3.1.	Condiciones generales.....	24
3.2.	Canalizaciones eléctricas.....	25
3.3.	Conductores.....	42
3.4.	Cajas de empalme.....	46
3.5.	Mecanismos y tomas de corriente.....	47
3.6.	Aparata de mando y protección.....	47
3.7.	Receptores de alumbrado.....	55
3.8.	Receptores a motor.....	56



3.9.	Puesta a tierra.....	61
3.10.	Inspecciones y pruebas en fábrica.....	65
3.11.	Control.....	66
3.12.	Seguridad.....	66
3.13.	Limpieza.....	67
3.14.	Mantenimiento.....	67
3.15.	Criterios de medición.....	68

## **1. Condiciones facultativas.**

### **1.1. Técnico director de obra.**

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
  
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
  
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
  
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
  
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
  
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
  
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
  
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.

- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

## **1.2. Constructor o instalador.**

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **1.3. Verificación de los documentos de proyecto.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### **1.4. Plan de seguridad y salud en el trabajo.**

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

### **1.5. Presencia del constructor o instalador en la obra.**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los

reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **1.6. Trabajos no estipulados expresamente.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

### **1.7. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos de proyecto.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla,

dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

### **1.8. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de

Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

### **1.9. Faltas de personal.**

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **1.10. Caminos y accesos.**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

### **1.11. Replanteo.**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### **1.12. Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución.**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **1.13. Orden de los trabajos.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **1.14. Facilidades para otros contratistas.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **1.15. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza.**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

#### **1.16. Prórroga por causa de fuerza mayor.**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.



### **1.17. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### **1.18. Condiciones generales de ejecución de los trabajos.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### **1.19. Obras ocultas.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

### **1.20. Trabajos defectuosos.**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos

puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### **1.21. Vicios ocultos.**

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

### **1.22. De los materiales y los aparatos. Su procedencia.**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que

vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **1.23. Materiales no utilizables.**

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

### **1.24. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos.**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

### **1.25. Limpieza de las obras.**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

### **1.26. Documentación final de la obra.**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

### **1.27. Plazo de garantía.**

El plazo de garantía será acordado conforme a lo que busque el/ los promotor/ es , y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza. El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

### **1.28. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### **1.29. De la recepción definitiva.**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

### **1.30. Prórroga del plazo de garantía.**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

### **1.31. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida.**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

## **2. Condiciones económicas**

### **2.1. Composición de los precios unitarios**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.

- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos. Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecida. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13%).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio. En caso de Canarias se estipulará el IGIC en consecuencia.

## **2.2. Precio de contrata. Importe de contrata.**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total, de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

## **2.3. Precios contradictorios.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudiría en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## **2.4. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas.**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

## **2.5. De la revisión de los precios contratados.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al 5% del importe total, del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

## **2.6. Acopio de materiales.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

## **2.7. Responsabilidad del constructor o instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores.**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.



Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## **2.8. Relaciones valoradas y certificaciones.**

En cada una de las épocas o fechas que se fijan en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

## **2.9. Mejoras de obras libremente ejecutadas.**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

## **2.10. Abono de trabajos presupuestados con partida alzada.**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

### **2.11. Pagos.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

### **2.12. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (0/00) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

### **2.13. Demora de los pagos.**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

#### **2.14. Mejoras y aumentos de la obra. Casos contrarios.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratada.

#### **2.15. Unidades de obra defectuosas pero aceptables.**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

#### **2.16. Seguro de la obra.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### **2.17. Conservación de la obra.**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

## **2.18. Uso por el contratista o bienes del propietario.**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## **3. Condiciones técnicas para la ejecución y montaje de instalaciones eléctricas en baja tensión**

### **3.1. Condiciones generales.**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### **3.2. Canalizaciones eléctricas.**

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

### 3.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios no metálicos.
  
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos). Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:
  - UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
  - UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
  - UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
  - UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior. El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).



- Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

*Tabla 19. Características superficiales de los tubos.*

- Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificaciones
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador

Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada
--------------------------------------	---	--------------

Tabla 20. Características superficiales de los tubos.

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+ 90°C (+ 60°C precabl. ordinarias)
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificaciones
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tabla 21. Características superficiales de los tubos.

- Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior elevada y compuestos
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

*Tabla 22. Características superficiales de los tubos.*

Es recomendable no emplear este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

- Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	NA	250N / 450N / 750N
Resistencia al impacto	NA	Ligera / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración del agua	3	Contra gotas en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección interior y exterior media y compuestos
Resistencia a la tracción	0	No declara
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declara
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declara

*Tabla 23. Características de los tubos enterrados.*

Notas:

- NA: No aplicable.

- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligeró; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, 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 que sean accesibles 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.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una



capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

### **3.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes**

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En

caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### **3.2.3. Conductores aislados enterrados**

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

### **3.2.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras**

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

### **3.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción**

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de

conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

### 3.2.6. 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.

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 canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

Característica	Grado	
	Dimensión del lado mayor < 16 mm	Dimensión del lado mayor > 16 mm
Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica / Aislante

Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4 No inferior a 2	4 No inferior a 2
Resistencia a la penetración del agua	No declarada	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	No propagador	No propagador

*Tabla 24. Características de canalizaciones superficiales.*

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

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.

### **3.2.7. Conductores aislados bajo molduras**

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras.

Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce.

La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.

- Las conexiones y derivaciones de los conductores se harán mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.

- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

### **3.2.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas**

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

### **3.2.9. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas**

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 mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no

puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

### **3.2.10. Accesibilidad a las instalaciones**

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

## **3.3. Conductores.**

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indicará en Memoria, Planos y Mediciones.

### **3.3.1. Materiales**

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.



- Conductor: de cobre.
  
- Formación: unipolares, bipolares, tripolares y multipolares.
  
- Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE).
  
- Tensión de prueba: 2.500 V.
  
- Instalación: bajo tubo y por canalización empotrado.
  
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
  
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE).
  
- Tensión de prueba: 4.000 V.
  
- Instalación: Soterrado.
  
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidroclorehídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no

deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

### **3.3.2. Dimensionado**

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- **Intensidad máxima admisible.** Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITCBT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- **Caída de tensión en servicio.** La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- **Caída de tensión transitoria.** La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc. La sección del

conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 3.3.3. Identificación de las instalaciones

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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.

### 3.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<b>Tensión nominal instalada</b>	<b>Tensión ensayo corriente continua (V)</b>	<b>Resistencia de aislamiento (M<math>\Omega</math>)</b>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$

$\leq 500 \text{ V}$	500	$\geq 0,50$
$> 500 \text{ V}$	1000	$\geq 1,00$

*Tabla 25. Resistencias de aislamiento.*

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 industrial, 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.

### **3.4. Cajas de empalme.**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de  $40 \text{ mm}$ ; el lado o diámetro de la caja será de al menos  $80 \text{ mm}$ . Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

### **3.5. Mecanismos y tomas de corriente.**

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

### **3.6. Aparata de mando y protección.**

#### **3.6.1. Cuadros eléctricos**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal. Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

### **3.6.2. Interruptores automáticos**

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un

interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### **3.6.3. Guardamotores**

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.



La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### **3.6.4. Fusibles**

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores. Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### **3.6.5. Interruptores diferenciales**

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.  
Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD. Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas. Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios. 2º La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$R_a \times I_a \leq U$  donde:

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

### 3.6.6. Seccionadores

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

### **3.6.7. Embarrados.**

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

### **3.6.8. Prensaestopas y etiquetas**

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida. Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

### **3.7. Receptores de alumbrado.**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios 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 aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNEEN 50.107.

### **3.8. Receptores a motor.**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados

para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 Kw a 1,5 Kw	4,5
De 1,5 Kw a 5 Kw	3,0
De 5 Kw a 15 Kw	2
Más de 15 Kw	1,5

*Tabla 26. Indicadores de los motores según potencia.*

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre

fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección). Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C. El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:



- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).

- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro. El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5. Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.

- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

### **3.9. Puesta a tierra.**

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

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### **3.9.1. Uniones a tierra**

#### **Tomas de tierra.**

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas. Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos

climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

### Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

<b>Tipo</b>	<b>Protegido mecánicamente</b>	<b>No protegido mecánicamente</b>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

Tabla 27. Sección de conductores de tierra.

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

### Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.

- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

- Conductores de protección los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase ( $mm^2$ )	Sección protección ( $mm^2$ )
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f >$	$S_f/2$

*Tabla 2. Sección de cable de protección*

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

- 2,5  $mm^2$ , si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4  $mm^2$ , si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o

- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### **3.10. Inspecciones y pruebas en fábrica.**

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos  $0,50 \text{ Mohm}$ .
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

### **3.11. Control.**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### **3.12. Seguridad.**

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.



- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### **3.13. Limpieza.**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

### **3.14. Mantenimiento.**

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas

las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

### **3.15. Criterios de medición.**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas. La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la empresa de transporte correspondiente.





Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## MEDICIÓN Y PRESUPUESTO

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Medición y presupuesto.....	2
--------------------------------	---

## 1. Medición y presupuesto

Maquinaria	Descripción	Precio/unidad	Medición	Importe
PTP	Pre – Triturador Phoenix, proveedor SILMISA	8.000€/U	1 Unidad	8.000€/U
TDC	Triturador de cables, proveedor SILMISA	2.500€/U	1 Unidad	2.500€/U
HI	Horno de inducción para fundir metales	5.500€/U	1 Unidad	5.500€/U
MFCS	Máquina de fabricación de cables de distinta sección	6.500€/U	1 Unidad	6.500€/U
Cables	Descripción	Precio/metro	Medición	Importe
CT240S	Cable trifásico XLPE 240 mm <sup>2</sup> soterrado	160,78€/Metro	125 Metros	20.097,5€
CM10E	Cable monofásico XLPE 10 mm <sup>2</sup> empotrado	1,76€/Metro	7 Metros	12,32€
CM10SP	Cable monofásico PVC 10 mm <sup>2</sup> superficial	1,12€/Metro	50 Metros	56€
CM4SP	Cable monofásico PVC 4 mm <sup>2</sup> superficial	0,78€/Metro	30 Metros	23,4€
CM1.5SP	Cable monofásico PVC 1,5 mm <sup>2</sup> superficial	0,18€/Metro	181 Metros	32,58€
CT25E	Cable trifásico XLPE 25 mm <sup>2</sup> empotrado	7,35€/Metro	5 Metros	36,75€
CT35E	Cable trifásico XLPE 35 mm <sup>2</sup> empotrado	10,85€/Metro	5 Metros	54,25€

CT16E	Cable trifásico XLPE 16 mm <sup>2</sup> empotrado	4,35€/ Metro	26 Metros	113,1€
Aparamenta de protección	Descripción	Precio/ Unidad	Medición	Importe
IM6A	Interruptor magnetotérmico Schneider Electric 6 A 1+N	8,03€/ U	10 Unidades	80,3€
IM16AM	Interruptor magnetotérmico Schneider Electric 16 A 1+N	20,58€/ U	6 Unidades	123,48€
IM16AT	Interruptor magnetotérmico Schneider Electric 16 A 3+N	35,63€/U	1 Unidad	35,63€
IM80AT	Interruptor magnetotérmico Schneider Electric 80 A 3+N	76,85€/U	1 Unidad	76,85€
IM320AT	Interruptor magnetotérmico Schneider Electric 320 A 3+N	879,65€/U	1 Unidad	879,65€
TD6AM	Interruptor diferencial ELECTRO-DOS 6 A 30 mA 1+N	210,25€/ U	10 Unidades	2.102,5€
ID80AT	Interruptor diferencial ELECTRO-DOS 80 A 30 mA 3+N	867,85€/U	1 Unidad	867,85€
ID100AT	Interruptor diferencial ELECTRO-DOS 100 A 30 mA 3+N	1.274,58€/ U	1 Unidad	1.274,58€
ID16AM	Interruptor diferencial	526,63€/ U	3 Unidades	1.576,88€



	ELECTRO-DOS 16 A 30 mA 1+N			
D63AT	Disyuntor de Schneider Electric 63 A tripolar 3+N	186,75€/ U	2 Unidades	373,5€
D100AT	Disyuntor de Schneider Electric 100 A tripolar 3+N	264,57€/ U	1 Unidad	264,57€
F320A	fusible de df electric 320 A	789,58€/ U	2 Unidades	1.579,16€
F16A	fusible de df electric 16 A	267,47€/ U	1 Unidad	267,47€
Elementos de instalación	Descripción	Precio/ Unidad	Medición	Importe
CGPC	Caja General de Protección Cahors IP 43 IK 08	276,85€/Unidad	1 Unidad	276,85€
CGC	Cuadro General Cahors IP 43 IK 08	36,50€/Unidad	2 Unidades	73€
SCC	Sub – Cuadros Cahors IP 40 IK 07	25,18€/Unidad	3 Unidades	75,54€
REEP	Registros eléctricos empotrados en pared y techo	32,25€/Unidad	18 Unidades	580,5€
REET	Registros eléctricos empotrados en el suelo	47,58€/Unidad	3 Unidades	142,74€
Luminarias	Descripción	Precio/ Unidad	Medición	Importe
LAMP	LG T1750GE502B	18,5€/ U	44 Unidades	814€
LPDP	LG A2550Ts00BA	19,5€/ U	78 Unidades	1.521€
LSC	LG LGE -2X2LT- 53-40-T	22,5€/ U	8 Unidades	180€
LEM	URA 21 New	25€/U	22 Unidades	550€
Material contra incendios	Descripción	Precio/ Unidad	Medición	Importe
ECO2	Extintores de CO2 5Kg	53,49€/ U	5 Unidades	267,45€
EP	Extintores de polvo 9 Kg	29,5€/ U	15 Unidades	442,5€

Mano de obra necesaria	Unidades	Precio/Hora	Medición	Importe
Jefe de obra	Horas	16,5€/H	56 Horas	924€
Oficial en electricidad	Horas	12,75€/H	112 Horas	1.458€
Auxiliar en electricidad	Horas	10,80€/H	112 Horas	1.209,6€
Obrero	Horas	8,60€/H	112 Horas	3.852,8€

Total, de ejecución material: 57.527,3€ + 7.444,4€

Resumen presupuesto	Total
Presupuesto de ejecución material	64.971,7€
Beneficio industrial (13% Presupuesto de ejecución material)	8.446,32€
Costes indirectos (11% Presupuesto material)	7.146,89€
I.G.I.C (7% Presupuesto material)	4.548,02€
<b>Presupuesto total</b>	<b>85.112,93€</b>





Universidad  
de La Laguna

Escuela Superior de  
Ingeniería y Tecnología

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## PLANOS

INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA PLANTA DE RECICLADO DE COBRE

Titulación: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Estudiante: Avinash Dhanani Alayón

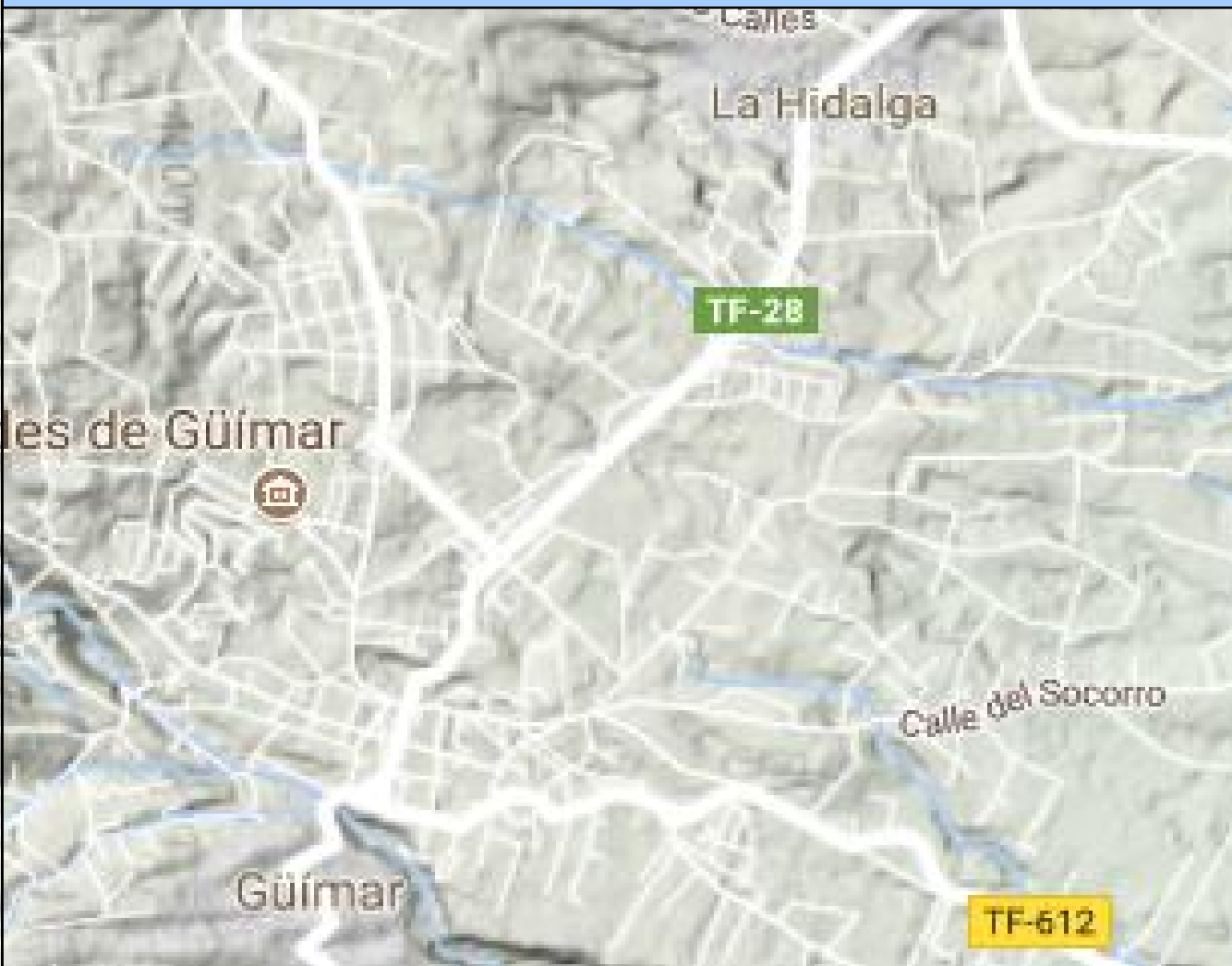
Tutor: María de la Peña Fabiani Bendicho

**Septiembre 2017**



## ÍNDICE

1. Plano de situación.....	
2. Plano de planta del establecimiento.....	
2.1. Plano de maquinaria.....	
2.2. Plano de luminaria.....	
3. Plano eléctrico de la instalación.....	
4. Plano de evacuación en caso de incendio.....	
5. Plano completo de la instalación.....	
6. Esquema unifilar.....	

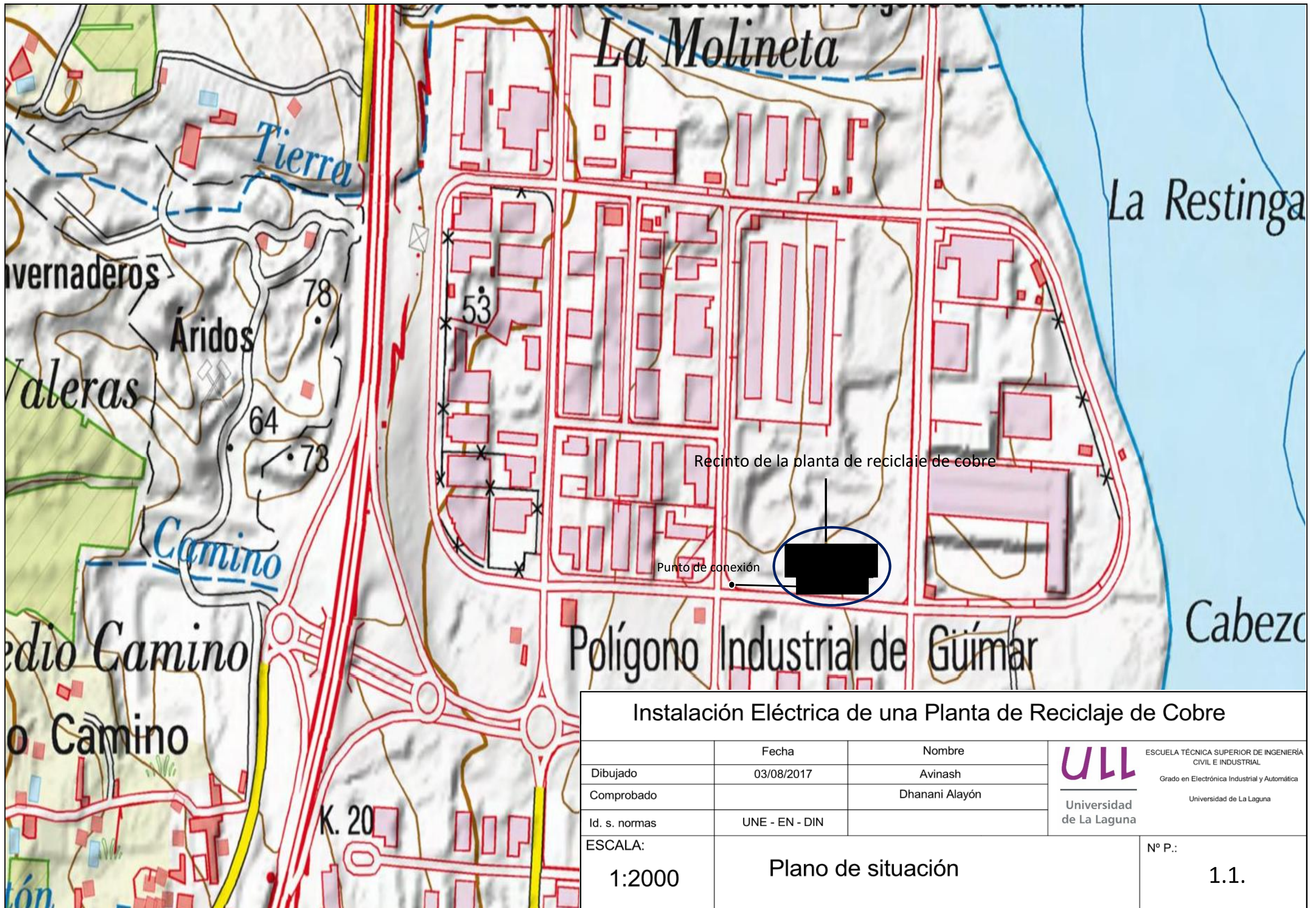


### Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre


	Fecha	Nombre	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	03/08/2017	Avinash	
Comprobado		Dhanani Alayón	
Id. s. normas	UNE - EN - DIN		

ESCALA:		Nº P.:
1:2500	Plano de emplazamiento del recinto	1.

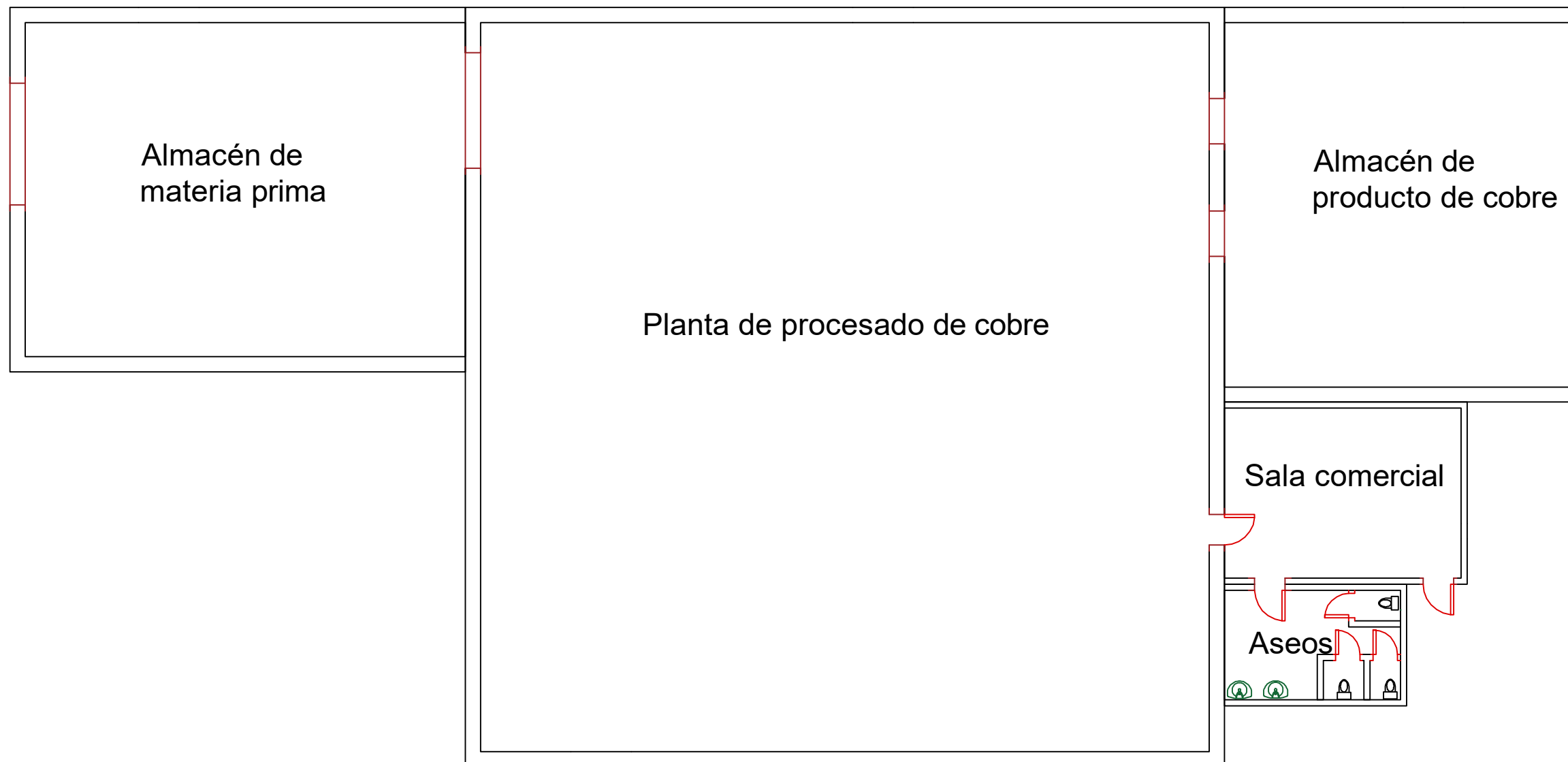





### Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre

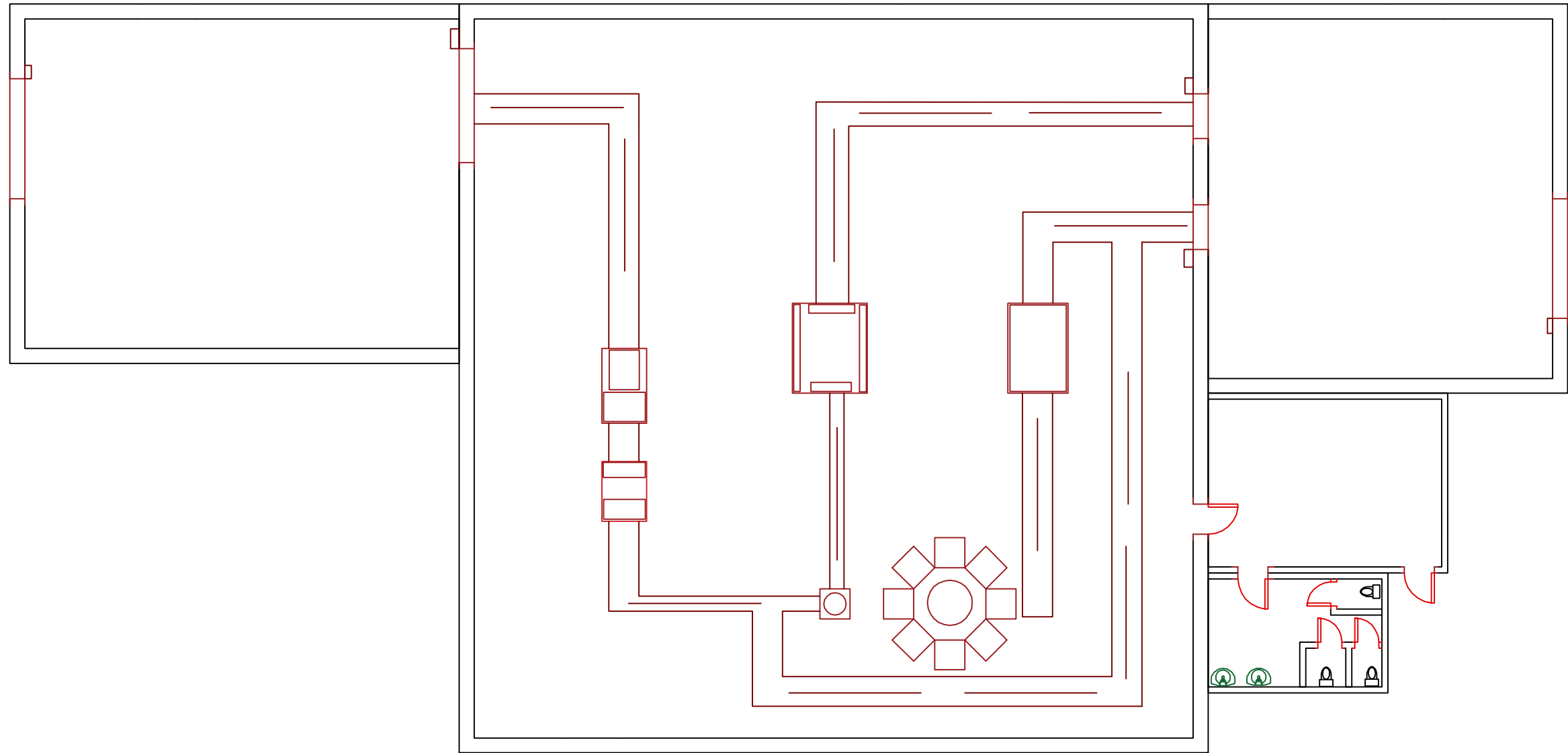
Dibujado	Fecha 03/08/2017	Nombre Avinash	 <small>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL</small> <small>Grado en Electrónica Industrial y Automática</small> <small>Universidad de La Laguna</small>
Comprobado		Dhanani Alayón	
Id. s. normas	UNE - EN - DIN		
ESCALA: 1:2000	Plano de situación		Nº P.: 1.1.



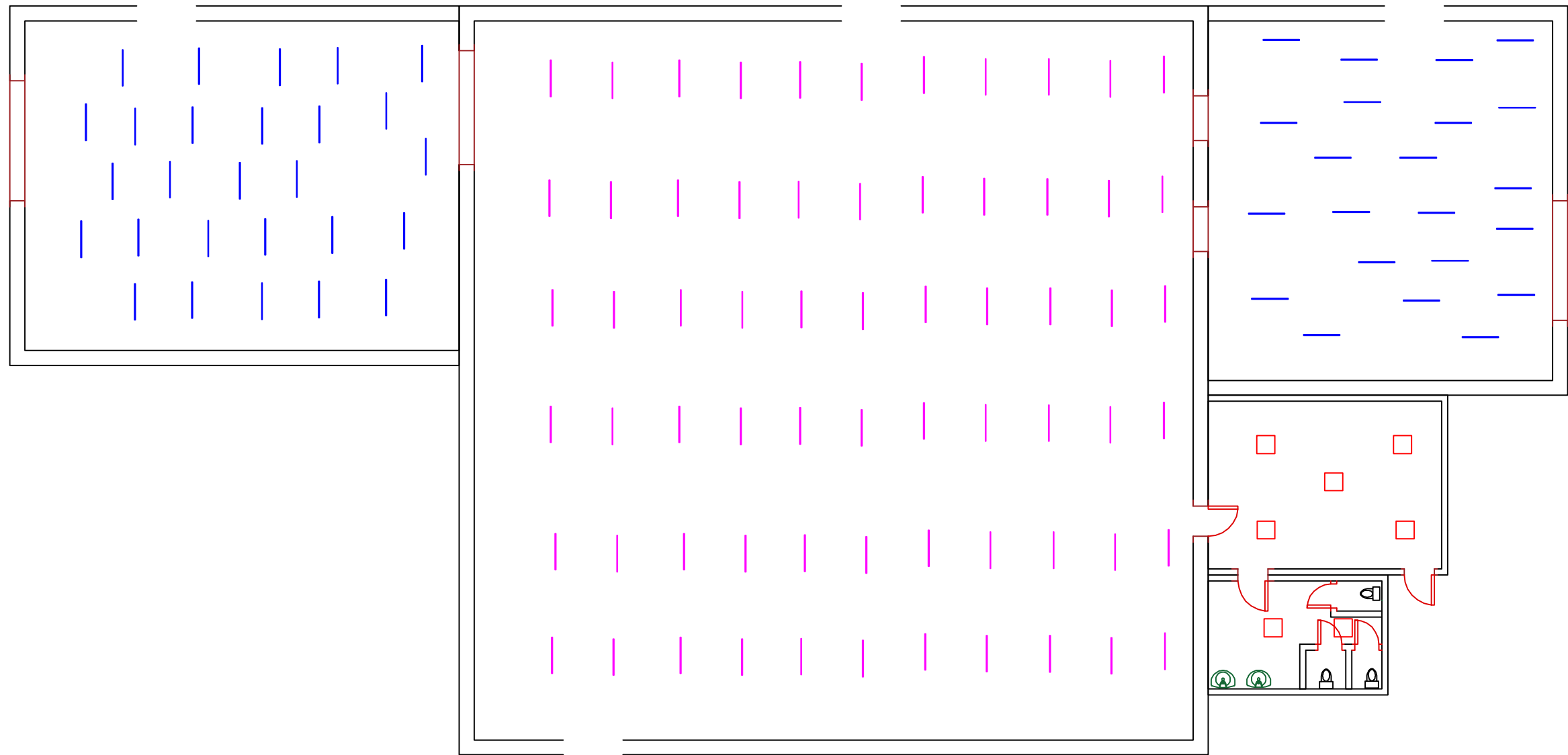


### Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre

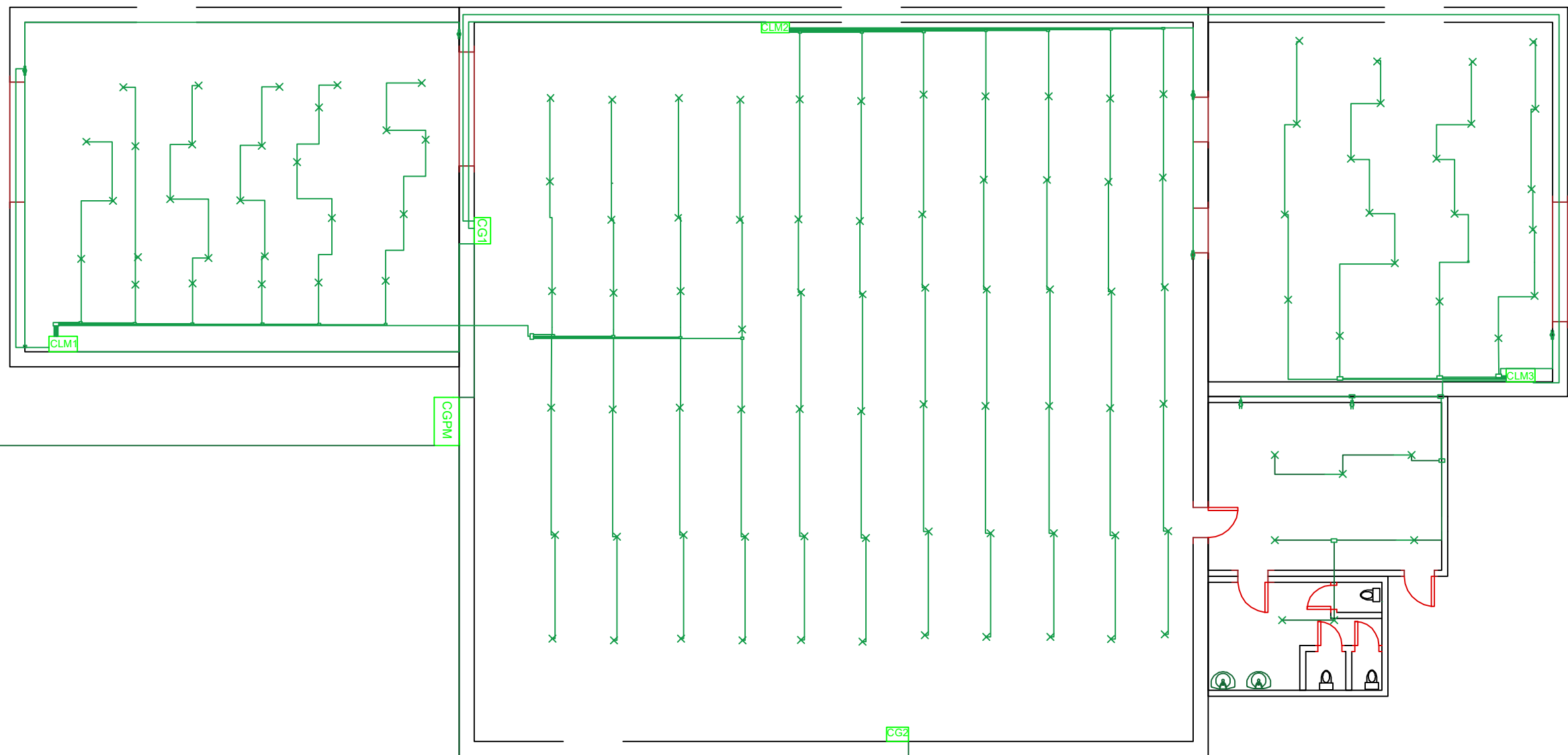
	Fecha	Nombre		<small>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIER CIVIL E INDUSTRIAL</small> <small>Grado en Electrónica Industrial y Automático</small> <small>Universidad de La Laguna</small>
Dibujado	03/08/2017	Avinash		
Comprobado		Dhanani Alayón		
Id. s. normas	UNE - EN - DIN			
<b>ESCALA:</b> 1:200	<b>Plano de planta del establecimiento</b>			<b>Nº P.:</b> 2.



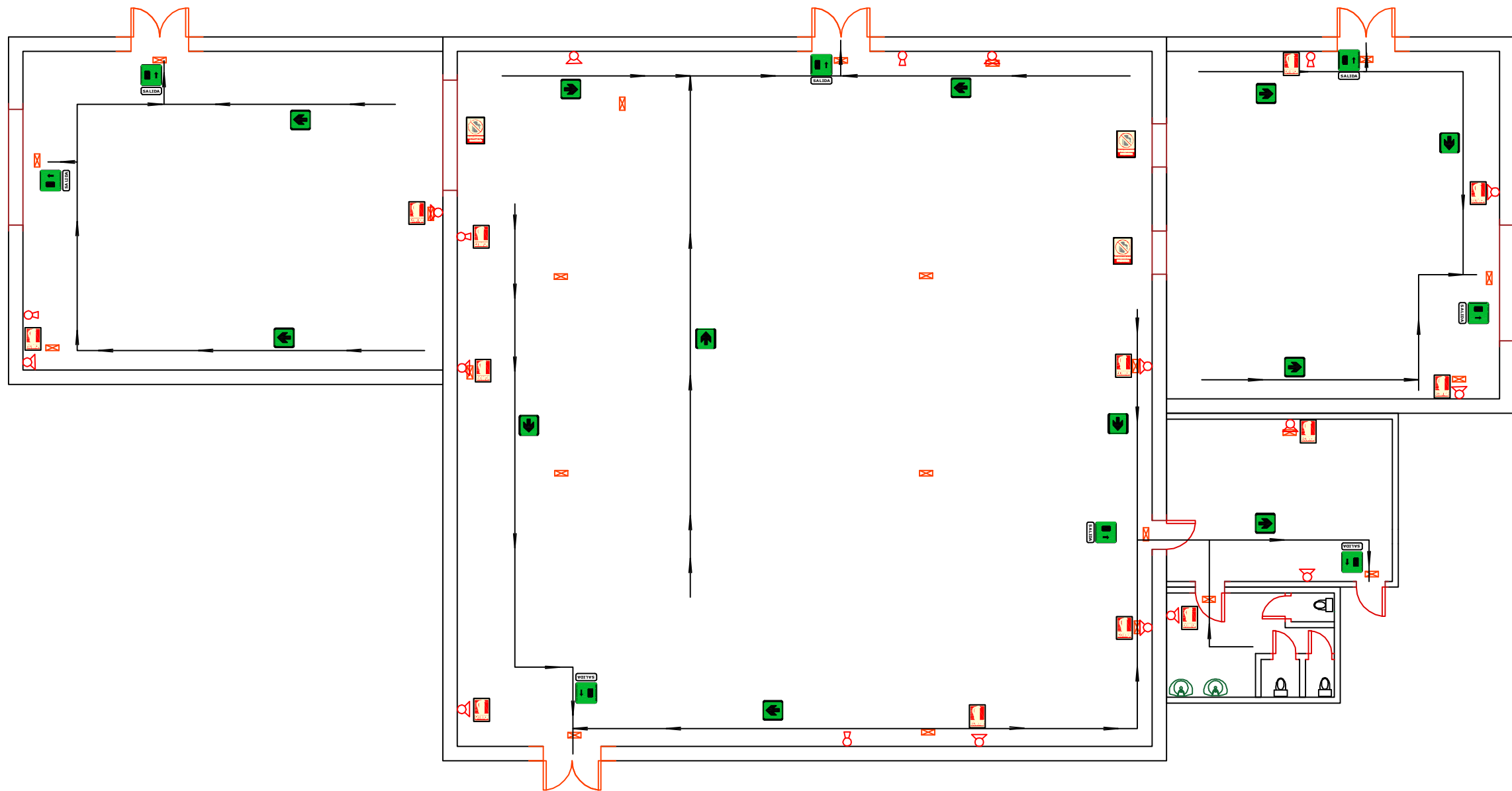
Leyenda			Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre			
 Pre - trituradora Phoenix SILMISA	 Moldes de placa de cobre medidas 1x1x0,0015	 Puertas de la instalación	Fecha	Nombre		 <small>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS CIVIL E INDUSTRIAL</small> <small>Grado en Electrónica Industrial y Automática</small> <small>Universidad de La Laguna</small>
 Trituradora Zeus SILMISA	 Horno de inducción	 Puertas levadizas de la instalación	Dibujado	Avinash		
 Máquina generadora de cable de cobre	 Motor de corriente continua de puerta levadiza	 Cintas transportadoras	Comprobado	Dhanani Alayón		
			Id. s. normas	UNE - EN - DIN		Nº P.: 2.1.
			ESCALA:	Plano de maquinaria		
			1:200			



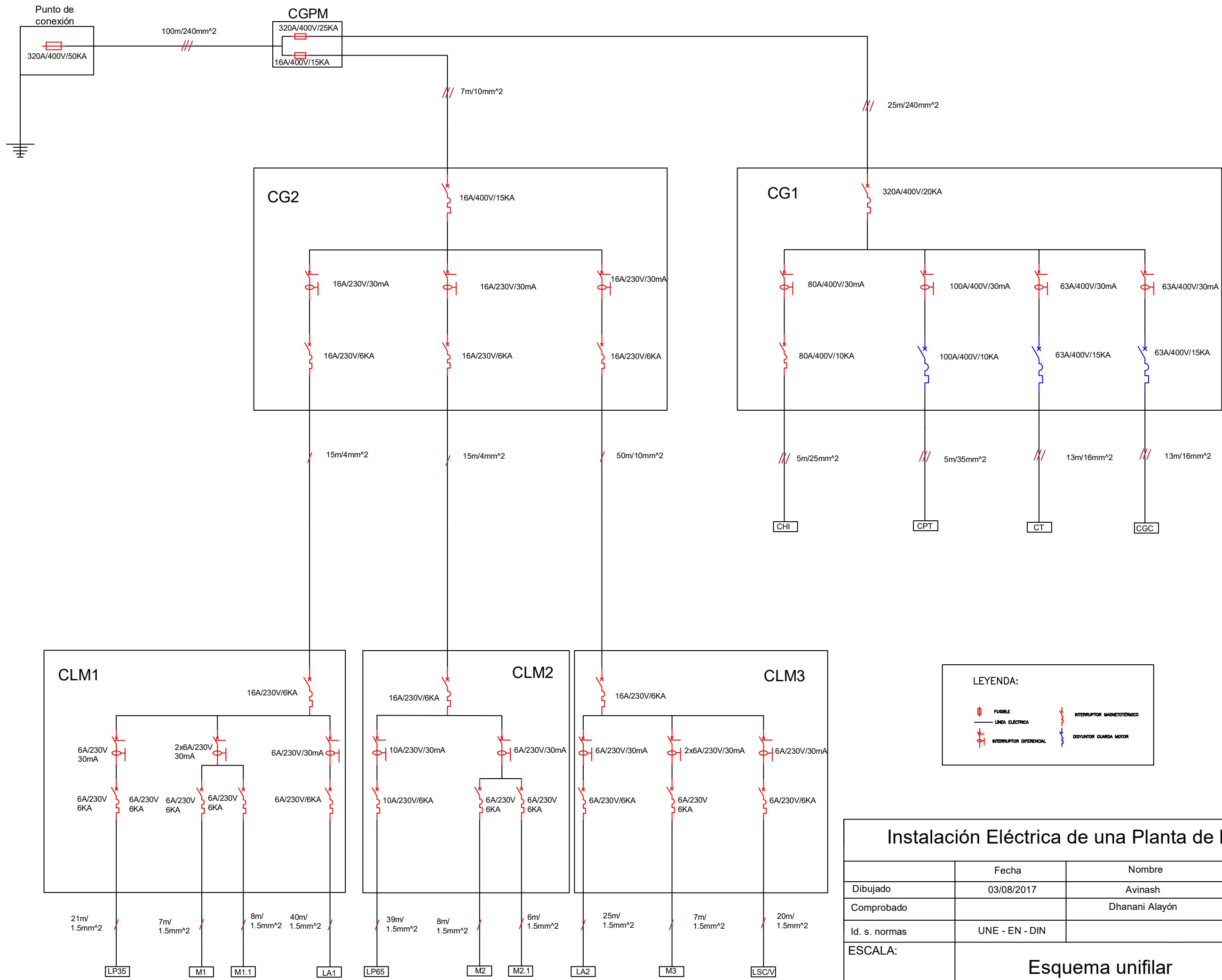
Leyenda		Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre			
 Luminaria LG T1750GE502B CE_LG LED Tube   Luminaria LG LGE-2X2LT-53-40-T UL_LG LED Lensed Troffers   Luminaria LG A2550TS0BA CE_LG LED SlimART Blade	 Puertas de la instalación   Puertas levadizas de la instalación		Fecha	Nombre	 <small>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS CIVILES E INDUSTRIAL</small> <small>Grado en Electrónica Industrial y Automática</small> <small>Universidad de La Laguna</small>
		Dibujado	03/08/2017	Avinash	
		Comprobado		Dhanani Alayón	
		Id. s. normas	UNE - EN - DIN		
		ESCALA:	Plano de luminaria de la instalación		Nº P.:
		1:200			2.2.



<b>CGPM</b> Caja General de Protección y Medida	<b>CLM1</b> Sub - Cuadro Luminaria y motores 1	□ Caja de registro eléctrico	<b>Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre</b>			
<b>CG1</b> Cuadro - General Luminaria y motores	<b>CLM2</b> Sub - Cuadro Luminaria y motores 2	○ Toma de fuerza monofásica	Dibujado	Fecha 03/08/2017	Nombre Avinash	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
<b>CG2</b> Cuadro - General Maquinaria	<b>CLM3</b> Sub - Cuadro Luminaria y motores 3	X Punto de luz	Comprobado	UNE - EN - DIN	Dhanani Alayón	
			Id. s. normas			
			ESCALA: 1:200	<b>Plano eléctrico de la instalación</b>		Nº P.: 3.



Vías de evacuación en caso de incendio		Señal de vía de evacuación Señal de no usar en caso de emergencia	Señal de extintor Señal de salida en caso de emergencia	<b>Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre</b>			
Luminaria de emergencia	Salida de emergencia en caso de incendio	Puertas de la instalación  Puertas levadizas de la instalación	Fecha 03/08/2017	Nombre Avinash	Universidad de La Laguna	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna	
Extintor de polvo	Extintor de dióxido de carbono	Id. s. normas UNE - EN - DIN	Comprobado	Dhanani Alayón		<b>Plano de protección contra incendios</b>	Nº P.: 4.
		ESCALA: 1:200					



**LEYENDA:**

- FUSIBLE
- LINEA ELÉCTRICA
- INTERRUPTOR DIFERENCIAL
- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO
- DISYUNTOR GUARDA MOTOR

Instalación Eléctrica de una Planta de Reciclaje de Cobre			
	Fecha	Nombre	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado en Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	03/08/2017	Avinash	
Comprobado		Dhanani Alayón	
Id. s. normas	UNE - EN - DIN		Nº P.:
ESCALA:	Esquema unifilar		5.